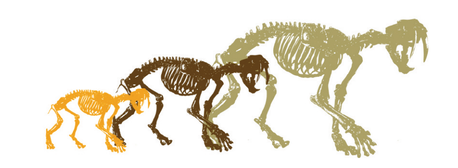
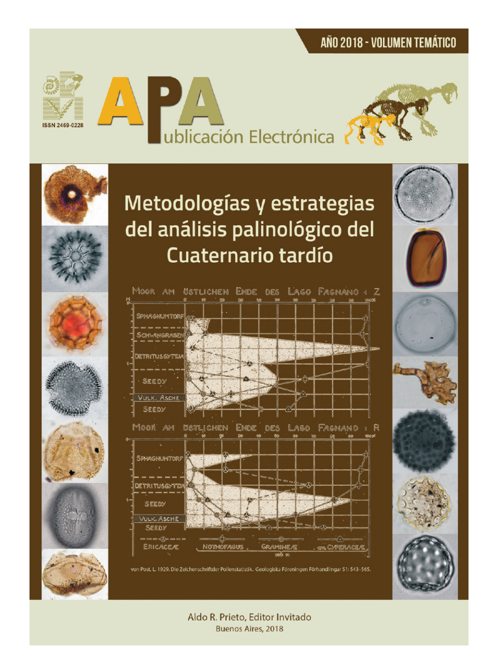






BOSQUES EN MOVIMIENTO. CASUÍSTICAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO

SANTIAGO FERNÁNDEZ[1]
JUAN OCHANDO[1]
MANUEL MUNUERA[2]
GABRIELA AMORÓS[1]
JOSÉ CARRIÓN[1]

[1]Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología. Universidad de Murcia, 30100, Murcia, España.
[2]Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria (Botánica), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, 30203, Cartagena, España.

Para citar este artículo: Santiago Fernández, Juan Ochando, Manuel Munuera, Gabriela Amorós Y José Carrión (2018). Bosques en movimiento. Casuísticas en la Península Ibérica durante el Cuaternario tardío. En: A.R. Prieto (Ed.), *Metodologías y estrategias del análisis palinológico del Cuaternario tardío. Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* 18 (2): 171–197.

Link a este artículo: http://dx.doi.org/10.5710/PEAPA.26.04.2018.265

DESPLAZARSE HACIA ABAJO PARA ACCEDER AL ARTÍCULO

Asociación Paleontológica Argentina
Maipú 645 1° piso, C1006ACG, Buenos Aires
República Argentina
Tel/Fax (54-11) 4326-7563
Web: www.apaleontologica.org.ar

ISSN 2469-0228
Año 2018 - 18(2): 171–197
ARTÍCULO
APA Publicación Electrónica

BOSQUES EN MOVIMIENTO. CASUÍSTICAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO

SANTIAGO FERNÁNDEZ[1], JUAN OCHANDO[1], MANUEL MUNUERA[2], GABRIELA AMORÓS[1] Y JOSÉ CARRIÓN[1]

[1]Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología. Universidad de Murcia, 30100, Murcia, España. *santiago@um.es*; *juan.ochando@um.es*; *gabriela.amoros@um.es*; *carrion@um.es*

[2]Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria (Botánica), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, 30203, Cartagena, España. *Manuel.Munuera@upct.es*

Resumen. Este artículo pretende una revisión crítica de los datos palinológicos del Cuaternario ibérico con particular atención al Pleistoceno Tardío y Holoceno. Se analizan aspectos relacionados con la ciclicidad climático astronómica y su influencia sobre la cubierta vegetal, los reservorios de fitodiversidad durante los estadiales, la colonización tardiglacial y holocena y el posible efecto de la acción antrópica sobre la dinámica forestal a partir del Holoceno Medio. Se comparan las zonas de influencia atlántica con las áreas de clima continental y la vertiente mediterránea. La perspectiva no es, en cualquier caso, climaticista sino histórico contingente.

Palabras clave. Palinología. Paleoecología. Pleistoceno. Holoceno. España. Portugal. *Quercus*. *Pinus*.

Abstract. FORESTS IN MOVEMENT. CASUISTICS IN THE IBERIAN PENINSULA DURING THE LATE QUATERNARY. This paper brings a critical revision of the palynological data from the Iberian Quaternary with special attention to the Late Pleistocene and Holocene. The climatic, astrononomically controlled cyclicity is analysed in the context of vegetational developments, and a discussion is provided on the phytodiversity reservoirs during glacial stadials, the Tardiglacial and Holocene forest colonisation, and the effects of anthropogenic activities on forest dynamics from Mid–Holocene onwards. Atlantic and Mediterranean regions are compared. The perspective here is not climaticist, but historical contingent.

Key words. Palynology. Palaeoecology. Pleistocene. Holocene. España. Portugal. *Quercus*. *Pinus*.

Este trabajo pretende proporcionar una visión crítica y sintética de las dinámicas forestales durante el Cuaternario tardío en la Península Ibérica (Fig. 1), con énfasis en las interacciones entre *Quercus* y *Pinus* bajo la influencia de perturbaciones, fundamentalmente climáticas y antropogénicas. No deseamos simplemente compilar los datos publicados hasta la fecha, aun cuando revisitar con las últimas secuencias los trabajos monográficos de Carrión *et al.* (2013, 2015), se hace cada vez más necesario. Cabe señalar que la mayor parte de los datos paleobotánicos disponibles para el Cuaternario peninsular se enmarcan dentro del Pleistoceno Tardío y Holoceno y que, sobre todo en el contexto del Último Máximo Glacial, existen condicionantes previos que han modelado la propia historia de la vegetación, puntos de partida que podrían haber resultado contingentes desde una perspectiva de fitocomplejidad. Muy sucintamente, estos podrían ser:

(1) La denominada crisis de salinidad mesiniense, hace *ca*. 6.5 Ma (Bertolani-Marchetti, 1985; Weijermars, 1988; Jiménez-Moreno *et al.*, 2010), durante la cual se produce una importante ampliación del bioma estepario en puntos del interior peninsular. Los escasos datos acerca de los efectos de la crisis mesiniense sobre las floras ibéricas parecen indicar que esta no tuvo un gran impacto sobre ellas, habiéndose documentado únicamente la desaparición de los géneros *Ricinus* y *Cephalanthus* y de la familia Melastomataceae (Carrión *et al.*, 2013). La distribución ibérica de un número importante de las especies de *Salsola*, *Suaeda*, *Gypsophila*, *Astragalus*, *Stipa*, *Onopordon*, *Artemisia* y *Thymelaea*, parece fuertemente relacionada con esta desecación de la cuenca mediterránea y la consiguiente apertura de vías migratorias desde territorios desérticos y subdesérticos norteafricanos e irano–turanianos (Feddi *et al.*, 2011). En cualquier caso, existe constancia de la existencia durante el Mioceno de laurisilvas, bosques pantanosos y formaciones costeras de tipo subtropical (Barrón *et al.*, 2010, 2016, 2017;

Barrón y Postigo-Mijarra, 2011).

(2) La "mediterraneización" climática pliocena, que comienza hace *ca*. 3.2 Ma, provoca en la cuenca una reducción de las precipitaciones estivales e importantes cambios en la distribución de los bosques neógenos, con reducción de las formaciones forestales densas de especies subtropicales y expansión de los bosques mediterráneos (Suc y Cravatte, 1982; Suc, 1984; Fauquette *et al*., 1998; Barrón *et al*., 2010; Casas-Gallego *et al*., 2015). Este incremento de la aridez estival se continúa durante el Pleistoceno en consonancia con un descenso general de las temperaturas, las cuales, no obstante, no llegan a ser tan bajas como para evitar la supervivencia de algunas reliquias paléogenas y neógenas durante el Pleistoceno temprano (*Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*, *Zelkova*, *Parrotia*, *Juglans*, *Tsuga*) (Barrón *et al*., 2010; Jiménez-Moreno *et al*., 2010; Postigo-Mijarra *et al*., 2010a) e incluso durante el Pleistoceno Medio (*Vitis*, *Celtis*, *Juglans*, *Ceratonia*, *Platanus*, *Carpinus*, *Tsuga*) (Elhaï, 1966; Florschütz *et al*., 1971; Geurts, 1979; Julià y Suc, 1980; Suc, 1980; Suc y Cravatte, 1982; García-Antón, 1989; García-Antón y Sainz-Ollero, 1991; Ruiz-Zapata *et al*., 2005; Desprat *et al*., 2007, 2009; González-Sampériz *et al*., 2010; Postigo-Mijarra *et al*., 2010a; Rodríguez *et al*., 2011). A lo largo y ancho de la cuenca mediterránea, las pautas de desaparición y permanencia de las reliquias precuaternarias muestran tendencias inesperadas que no parecen conectadas con la latitud ni con la longitud geográficas y sugieren una respuesta dependiente de la propia vulnerabilidad poblacional (Magri *et al*., 2017).

La historia de la vegetación del Cuaternario en Europa

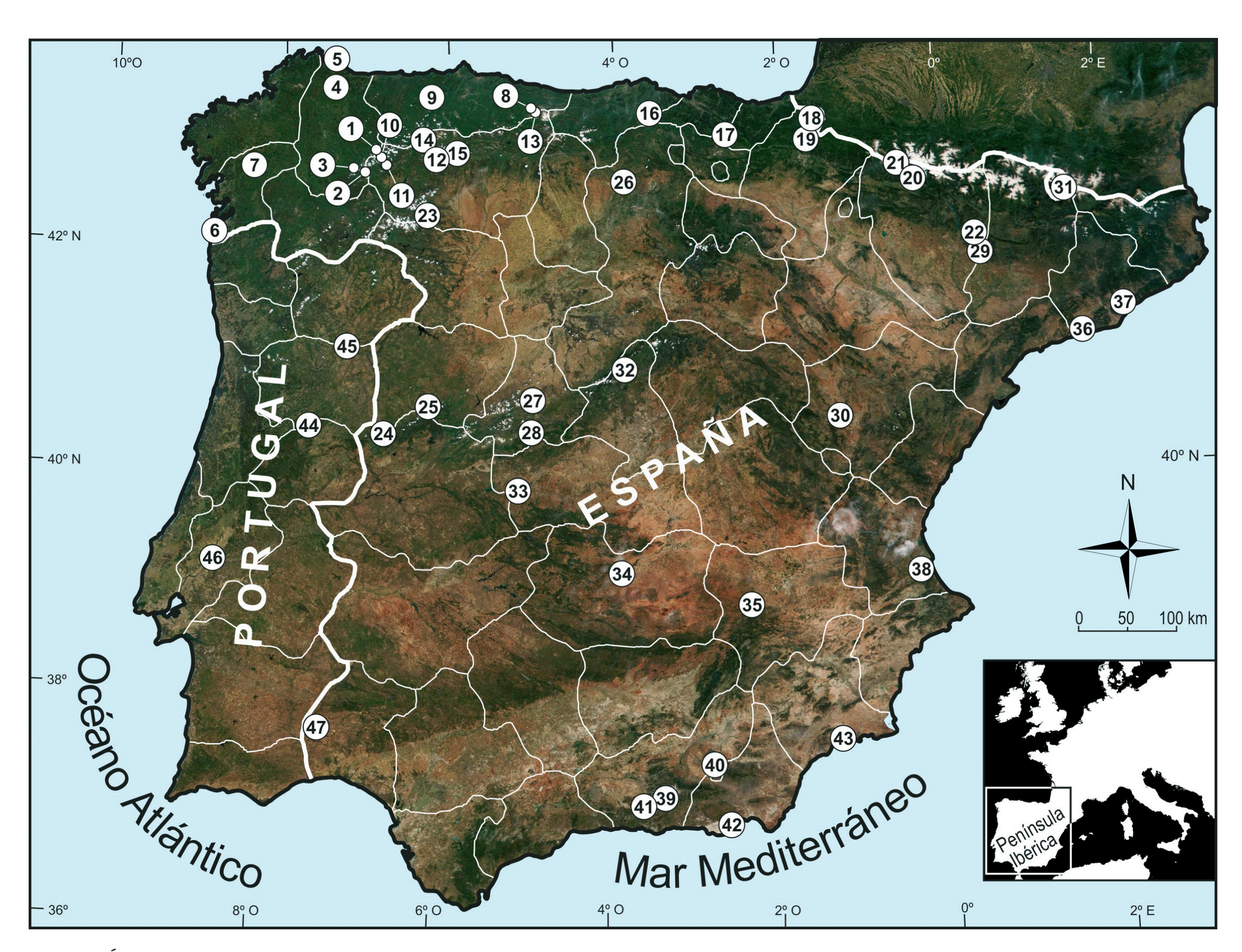


Figura 1. Área de estudio localizada en la Península Ibérica. Los números hacen referencia a secuencias polínicas en las que se han producido deforestaciones durante el Holoceno (Tab. 1).

estaría conformada por algunos fenómenos generales. En primer lugar, una contracción episódica de las áreas de distribución de los bosques mediterráneos (*Quercus, Pinus, Cedrus*, *Juniperus*, *Olea*, *Fraxinus*, *Pistacia*, *Alnus*, *Corylus*, Cistaceae, etc.). Estos elementos se refugiarían eventualmente en los valles intramontanos y zonas litorales del sur del continente europeo (Carrión y Leroy, 2010; González-Sampériz *et al.*, 2010). En segundo lugar, la expansión de la vegetación xeroheliofítica (*Artemisia*, *Ephedra*, Poaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, Lamiaceae), en detrimento de las masas forestales dominadas por gimnospermas (*Pinus, Juniperus*) durante las pulsaciones climáticas más frías y áridas (Carrión, 2002; González-Sampériz *et al.*, 2010). En tercer lugar, una dinámica glacial-interglacial caracterizable por oscilaciones en el grado de cobertura arbórea y/o arbustiva y en la abundancia de especies termófilas, por procesos de agregación y desagregación de tanatocenosis y, en algunas regiones, por el desarrollo alternante de bosques de angiospermas y coníferas (Carrión *et al.*, 2013). En cuarto lugar, durante los interglaciales, es común el registro de procesos de sucesión como reflejo aparente de una migración específicamente diferencial. Por la interferencia de la señal antrópica, el Holoceno supone una etapa bastante particular en la que no siempre se observan las tendencias de los interglaciales (Carrión *et al.*, 2001, 2003).

La mayoría de los fenómenos descritos anteriormente son constatables en la Península Ibérica, a través de estudios palinológicos sobre testigos marinos y de estuarios, continentales (lagos, lagunas, turberas) y de yacimientos arqueológicos que aportan gran información sobre la reconstrucción de pautas de dinámica vegetal, con resolución de milenios, centurias o décadas, según los casos (Carrión, 2003). En cualquier caso, cabe tener en cuenta que la palinología tiene sus limitaciones en términos de reconstrucción paleobiogeográfica pues el análisis polínico no está precisamente diseñado para averiguar el área de distribución de las poblaciones o especies a partir de las cuales se configuran los espectros polínicos. Esta es una limitación bien conocida, (Carrión *et al.*, 2013) que no obstante, se compensa con los conocimientos de la ecología y biogeografía actual de las especies. Los registros paleoclimáticos marinos y terrestres y los archivos de hielo permiten la reconstrucción del paisaje y por tanto de los cambios climáticos del pasado. Sin embargo, comprender los mecanismos que controlan la frecuencia, duración y amplitud de los cambios climáticos requiere la comparación de estos diferentes registros en una escala de tiempo común (Sánchez-Goñi *et al.*, 2018). Otro elemento digno de mención es que la base de datos es fragmentaria y contiene secuencias con deficiencias en el control cronológico de los registros. La rutina paleoecológica debe ser capaz de sobrellevar el estado inconcluso de cada conclusión y el lector debe saber que en esta disciplina, el progreso estriba en el juego entre la calidad de la información y el poder explicativo de las tesis elaboradas sobre ésta, la cual siempre estará pendiente de nuevos proyectos y resultados.

DIACRONÍAS PARA EL FINAL DEL PLEISTOCENO

Los bosques dominados por *Pinus* alcanzan en la Península Ibérica un papel singularmente relevante, exhibiendo tendencias opuestas a las formaciones dominadas por *Quercus*, tal y como ocurre en numerosas secuencias atlánticas y centroeuropeas (Allen *et al.*, 1996; López-Merino, 2009; Morales-Molino y García-Antón, 2014). Esto se refiere a una expansión de los bosques de *Quercus* durante los intervalos cálidos y húmedos correlacionados con los interestadios de Groenlandia como ya mostraron los datos obtenidos de las secuencias marinas MD99–2331/MD95–2042 (Fig. 2) (Sánchez-Goñi *et al.*, 2005, 2009; Desprat *et al.*, 2015) y MD03–2697 (Desprat *et al.*, 2009). La turbera de Padul (Florschütz *et al.*, 1971; Pons y Reille, 1988; Valle-Hernández *et al.*, 2003) muestra también el predominio de *Quercus* tanto caducifolios como perennifolios durante las fases equivalentes al final del último interglacial y el aumento de *Artemisia*-Chenopodiaceae-*Ephedra* durante el pleniglacial wurmiense. Los niveles eemienses de Carihuela (Carrión, 1992a; Carrión *et al.*, 1998, 1999) evidencian una abundancia particular no solo de *Quercus* sino también de *Olea*, de forma similar a lo que ocurre en otros puntos del Mediterráneo, donde este taxón alcanza valores más altos que durante el Holoceno, y de hecho es considerado como un marcador del máximo de insolación interglacial (Van Andel y Tzedakis, 1996). La secuencia de Salines (Burjachs *et al.*, 2007, 2016; Burjachs, 2009), en Alicante, que cubre los últimos 115.000 años para el sureste peninsular, muestra en este período igualmente un aumento de las angiospermas

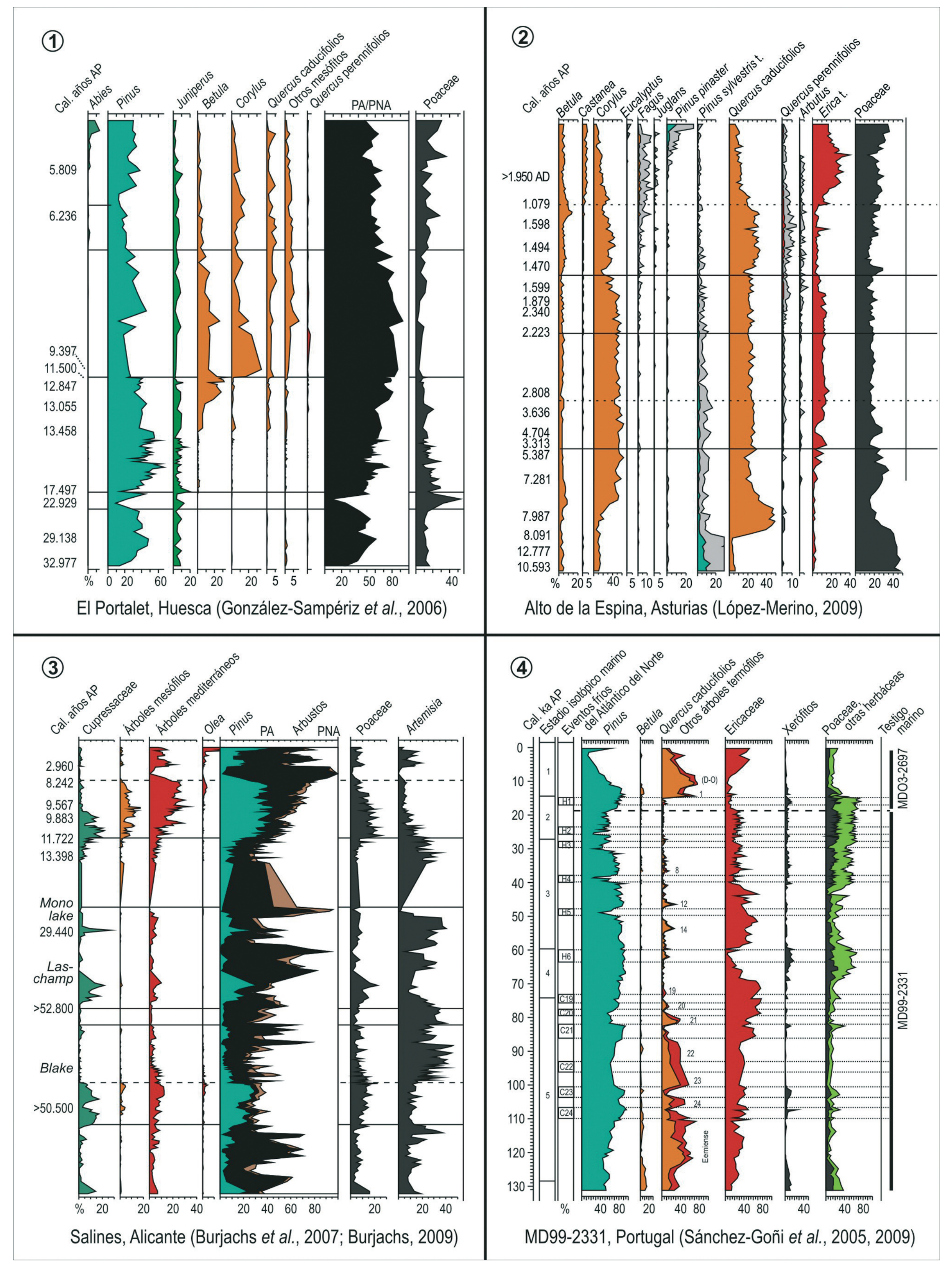


Figura 2. 1–4, Bosques dominados por *Pinus* al final del Pleistoceno con tendencia opuesta a las formaciones arbóreas de *Quercus.* **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo; **ka,** miles de años. Extraído de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

forestales, más abundantes que las coníferas.

El Estadío Istópico del Oxígeno (EIO) 4 en la Península Ibérica sigue siendo evidente en las secuencias de Padul, Carihuela y Salines. En todas ellas domina un paisaje estepario con *Artemisia*, junto a un pinar no muy extenso, y en el que prácticamente desaparecen los elementos mesotermófilos. Sin embargo, los periodos interestadiales dan lugar a notables desarrollos de *Quercus* y otros taxa mesotermófilos (Carrión *et al.*, 1998; Burjachs, 2009; Burjachs *et al.*, 2016). Muchas otras secuencias en todo el territorio peninsular confirman esta pauta, Area Longa (Gómez-Orellana *et al.*, 2007), Abric Romaní (Burjachs *et al.*, 2012), MD95–2039 (Roucoux *et al.*, 2001, 2005), Alfaix (Schulte *et al.*, 2008), Doñana (Postigo-Mijarra *et al.*, 2010b), Carrión *et al.* (2013, 2015).

En el EIO-3, los desarrollos de vegetación mediterránea y bosques mixtos resultan perceptibles en sitios como Abric Romanì en Barcelona (Burjachs y Julià, 1994), Cova Beneito en Alicante (Carrión, 1992b; Carrión y Munuera, 1997) y Cueva Perneras en Murcia (Carrión *et al.*, 1995a,b). Expansiones algo menos notables son apreciables en Padul (Pons y Reille, 1988) y Banyoles (Pérez-Obiol y Julià, 1994). La mayor parte de estas oscilaciones han sido fechadas entre 50.000 y 35.000 años cal. AP, pero en algunos casos el fenómeno se prolonga en el tiempo como ocurre en la última secuencia de Navarrés, donde ha sido descrita una importante fase de expansión del bosque esclerófilo mediterráneo en torno a 30.000–27.000 cal. años AP (Carrión y van Geel, 1999) (Fig. 3). En el sureste peninsular la secuencia de Cueva Antón en Murcia, refleja una tendencia a condiciones más frías y más áridas a finales del EIO-3, que se manifiesta en la desaparición progresiva de árboles termófilos a favor de taxones criófilos y esteparios (Zilhão *et al.*, 2016).

La presencia de elementos termófilos durante algunos episodios del EIO-2 sugiere con fuerza que la Península Ibérica representa una importante reserva de fitodiversidad que podría haber funcionado como tal desde finales del Paleógeno. Hay numerosos registros que apoyan esta visión. Así en el norte de la Península Ibérica destacan el Yacimiento de Oia (Ramil-Rego y Gómez-Orellana, 2002; Iriarte-Chiapusso *et al.*, 2005) en Pontevedra, Pozo do Carballal (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997) en Lugo, la Cueva de La Pila (Uzquiano, 1992) en Cantabria, El Portalet (González-Sampériz *et al.*, 2006) en Huesca, Laguna de la Sanguijuela (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2004) en Zamora, Salada de Mediana (González-Sampériz *et al.*, 2008) en Zaragoza; en el noreste peninsular secuencias como la de Pla de l'Estany (Burjachs, 1994) y Banyoles (Pérez-Obiol y Julià, 1994) en Girona, Abric Romaní (Burjachs y Julià, 1994) y Canyars (Daura *et al.*, 2013) en Barcelona; en el centro peninsular El Carrizal (Franco-Múgica *et al.*, 2005) y Fuentillejo (Ruiz-Zapata *et al.*, 2008) en Ciudad Real; en el este-sureste peninsular Malladetes (Dupré, 1988) y Navarrés (Dupré *et al.*, 1998; Carrión y van Geel, 1999) en Valencia, Calaveres (Dupré, 1988) y Beneito (Carrión y Munuera, 1997) en Alicante, Perneras (Carrión *et al.*, 1995a), Algarrobo (Munuera y Carrión, 1991), El Sabinar (Carrión *et al.*, 2004) en Murcia, Carihuela (Carrión *et al.*, 1998) y Padul (Pons y Reille 1988) en Granada, Siles (Carrión, 2002) en Jaén, Bajondillo (López-Sáez *et al.*, 2007; Cortés-Sánchez *et al.*, 2008) en el sur-suroeste peninsular Bajondillo (López-Sáez *et al.*, 2007) en Málaga, Gorham's cave en Gibraltar (Carrión *et al.*, 2008), Lucio de la Cancela de la Aulaga-Doñana (Manzano *et al.*, 2018) y El Asperillo (Stevenson, 1984; Morales-Molino *et al.*, 2011) en Huelva, y los testigos marinos SU–8103 (Parra, 1994), 11–P (Targarona, 1997) y MD95–2043 (Fletcher y Sánchez-Goñi, 2008) de las costas murciano-almerienses, OPD976 (Combourieu-Nebout *et al.*, 2002, 2009) en el mar de Alborán, 8057–B (Hooghiemstra *et al.*, 1992) y SU81–18 (Lézine y Denèfle, 1997; Turon *et al.*, 2003) del suroeste peninsular, y MD95–2039 (Roucoux *et al.*, 2001, 2005) en la costa oeste portuguesa (Figs. 4, 5).

Los refugios de fitodiversidad estarían localizados en áreas costeras y depresiones y valles intramontañosos, afectando a géneros leñosos como *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Juniperus*, *Taxus*, *Ephedra*, *Betula*, *Quercus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Salix*, *Pistacia*, *Olea*, *Ligustrum*, *Phillyrea*, *Buxus*, *Arbutus*, *Salix*, *Fagus*, *Tilia*, *Juglans, Castanea, Celtis*, *Myrtus*, *Ilex*, entre otros (Fig. 4). Según los datos disponibles, dentro de la vertiente mediterránea los caducifolios serían más abundantes hacia el norte y los arbustos xero-esclerófilos hacia el sur, con el caso extremo de la costa semiárida de Murcia, donde, junto con un matorral mediterráneo, se constata la supervivencia de especies ibero-norteafricanas hiper-termófilas como *Periploca* (*P. angustifolia* Labill.), *Wi-*

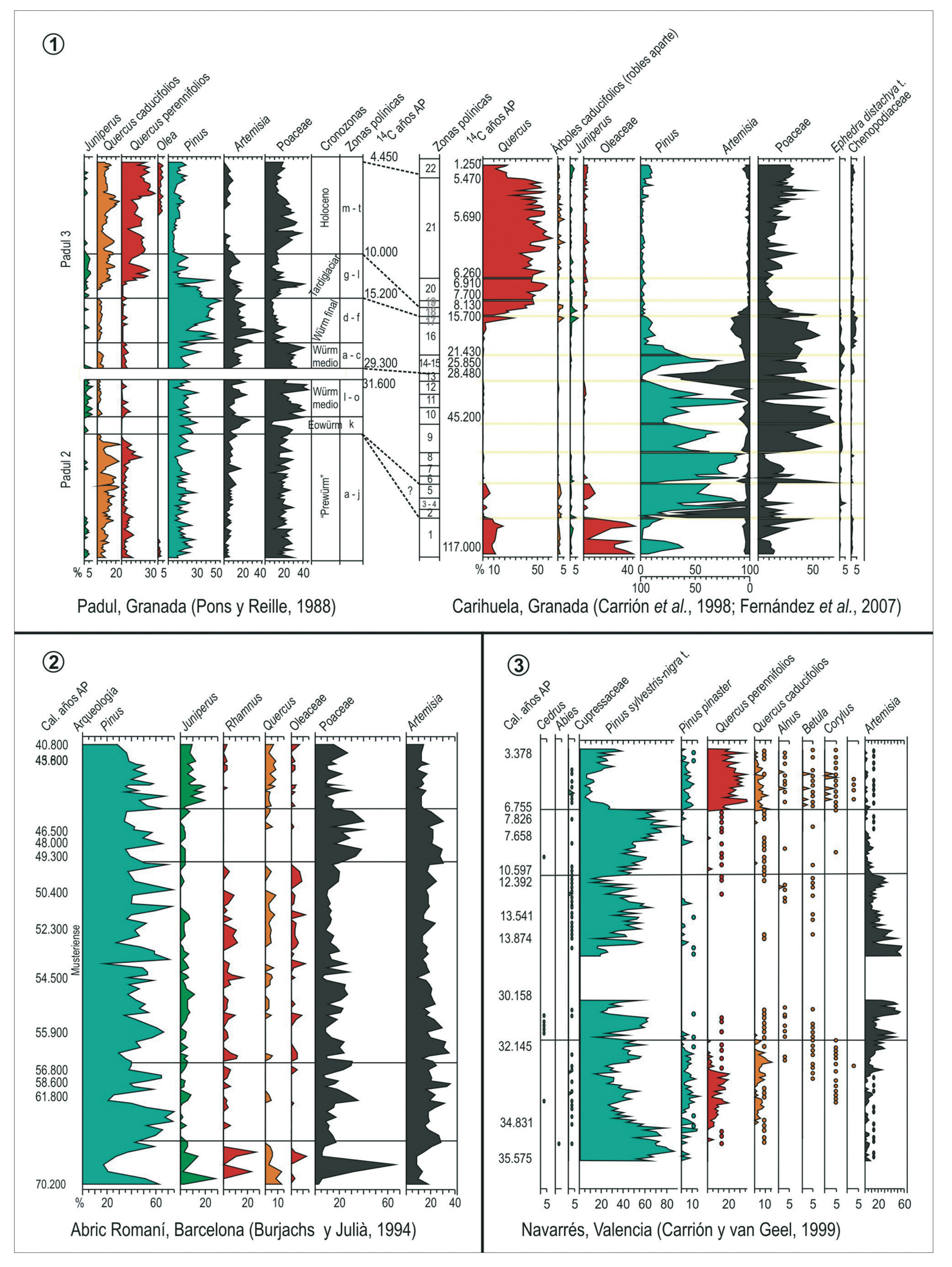


Figura 3. 1, Paisaje estepario durante los episodios EIO-4, con desarrollo de vegetación mediterránea y bosques en el sur de la Península Ibérica; **2–3,** Expansión del bosque esclerófilo en la secuencia de Navarrés durante el EIO-3. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

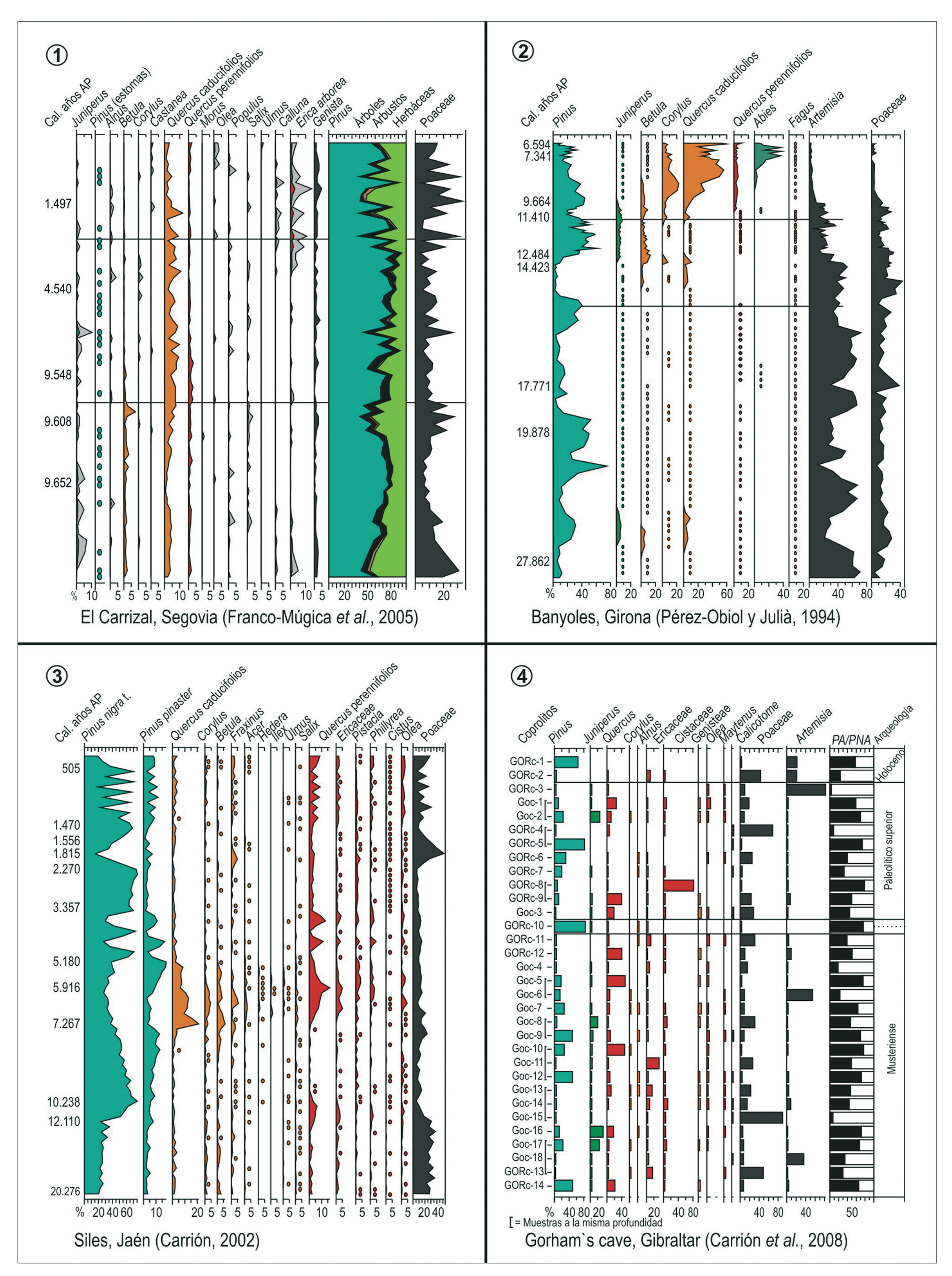


Figura 4. 1–4, Secuencias indicadoras de refugios glaciares durante el EIO-2 con importante número de taxones leñosos supervivientes en este estadío frío. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo; **ka,** miles de años. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

thania (*W. frutescens* (L.) Pauquy) y *Osyris* (*O. quadripartita* Hochst. & Steud.) bajo un contexto industrial Musteriense y Paleolítico superior (Carrión *et al.*, 1995a,b, 2008) (Fig. 5). De igual modo, a lo largo de la plataforma costera y montañas adyacentes presentes desde Gibraltar a las costas de Málaga e incluso hasta Murcia, se confirma que durante el Pleistoceno Tardío existió una reserva de biodiversidad tanto de animales como de taxones vegetales termo, meso y supramediterráneos, que permitió los suficientes recursos para la supervivencia de los últimos neandertales hasta los 24.000 cal. años AP, aproximadamente 10.000 años más tarde que la desaparición de los mismos en la Europa templada (Carrión *et al.*, 2008) (Fig. 5).

El denominado Interestadio tardiglacial (*Bölling-Alleröd*) se observa netamente en Padul (Pons y Reille, 1988) (Fig. 3) desde aproximadamente 13.000 cal. años AP a través de las curvas de *Quercus*, *Betula*, *Juniperus* y *Pistacia*, entre otros. Por comparación con una secuencia marina del Delta del Ebro, Yll y Pérez-Obiol (1992) demostraron el carácter latitudinalmente transgresivo de esta fase de colonización, que solo tiene lugar alrededor de 11.000 cal. años AP en el Delta del Ebro o incluso después de 10.000 cal. años AP en la Iberia septentrional. Da la impresión de que la dinámica vegetal de la región eurosiberiana peninsular y de algunos sectores septentrionales y occidentales de la región mediterránea concuerda a grandes rasgos con la descrita en otros países de la Europa atlántica (Carrión *et al.*, 2013).

Cabe resaltar el carácter prematuro del proceso de colonización de las angiospermas hasta el Tardiglacial, con una diacronía sur-norte y la peculiaridad de que *Quercus* adquiera más importancia a lo largo del vector noroeste-sureste y en consonancia con el incremento de la xericidad estival. Así, durante este periodo se observa una tendencia de expansión de *Pinus, Juniperus y Betula*, y más tarde de *Quercus* desde localidades costeras del sur y del cinturón termomediterráneo hacia el norte de Europa (Carrión *et al.*, 2010). En Padul o en el testigo 11–P (Targarona, 1997) la curva de *Quercus* se inicia en 13.000 cal. años AP (Fig. 3) mientras que en el noreste peninsular lo hace alrededor de 11.000–11.500 cal. años AP (Yll, 1992; Yll y Pérez-Obiol, 1992; Pérez-Obiol y Julià, 1994; Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997, 2001; López-Merino, 2009) (Fig. 6) y alrededor de 10.500 cal. años AP en el Pirineo central y oriental (Jalut *et al.*, 1982; Montserrat-Martí, 1992; González-Sampériz *et al.*, 2006) (Fig. 2). Al mismo tiempo, los tipos de *Quercus* predominantes en el Tardiglacial de Padul son perennifolios (Fig. 3) mientras que en las secuencias gerundenses de Banyoles y Pla de l'Estany (Burjachs, 1994) son caducifolios (Fig. 4).

El *Dryas* reciente es evidente por una expansión de la vegetación xerofítica, mostrando aumentos de *Artemisia*, Poaceae, Chenopodiaceae, *Ephedra* y/o disminución de la cobertura arbórea en numerosas secuencias distribuidas por toda la península y con suficiente resolución estratigráfica como las secuencias del norte peninsular (Carrión *et al.*, 2010; Morellón *et al.*, 2018) (Fig. 6): Sierra de Geres (Ramil-Rego *et al.*, 1998a), Lagoa Lucenza (Santos *et al.*, 2000; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2001), turbera de Chan do Lamoso (Ramil-Rego *et al.*, 1994; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Pozo do Carballal (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997), Sierra de Cabrera en La Roya, Lago de Sanabria (Allen *et al.*, 1996), Sanguijuelas y Lleguna (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2004), Alto de la Espina y Lago Enol (López-Merino, 2009), Quintanar de la Sierra (Peñalba *et al.*, 1997; Ruíz-Zapata *et al.*, 2002, 2003) y Hoyos de Iregua (Gil-García *et al.*, 2002); en Pirineos Ibón de Tramacastilla (Montserrat, 1992), Cataluña en Banyoles (Pérez-Obiol y Julià, 1994); en el centro peninsular Burgomillodo (Díez *et al.*, 2002) y el testigo CC–17 en Tablas de Daimiel, en la llanura manchega (Dorado-Valiño *et al.*, 2002); en el este peninsular (Valdeolmillos, 2004), Navarrés (Carrión y Dupré, 1996; Carrión y van Geel, 1999), Villena (Yll *et al.*, 2003) y Tossal de la Roca (Cacho *et al.*, 1995); y finalmente Padul en el sur (Pons y Reille, 1988). Por tanto, se muestra una expansión de la vegetación herbácea, gramíneas sobre todo, en contexto oceánico, mientras que en el interior y el este peninsular domina *Artemisia* con pinares dispersos (Fig. 6). El *Dryas* reciente parece ser más evidente en contexto continental que oceánico, pero el recalentamiento postglacial resulta sincrónico y bien definido en ambos (Navarro *et al.*, 2002). Esta pulsación supuso un desplazamiento meridional del frente atlántico (Ruddiman y McIntyre, 1981) y sus efectos sobre la vegetación ibérica se evidencian con claridad (Lézine y Denèfle, 1997). La sección tardiglacial de Carihuela, establecida sobre una brecha estalagmítica muy bandeada (Carrión *et al.*, 1998) sugiere que hubo un número mayor de oscilaciones que las que aparecen en Padul (Fig. 3). En el mismo sentido, Navarrés (Carrión y van Geel, 1999)

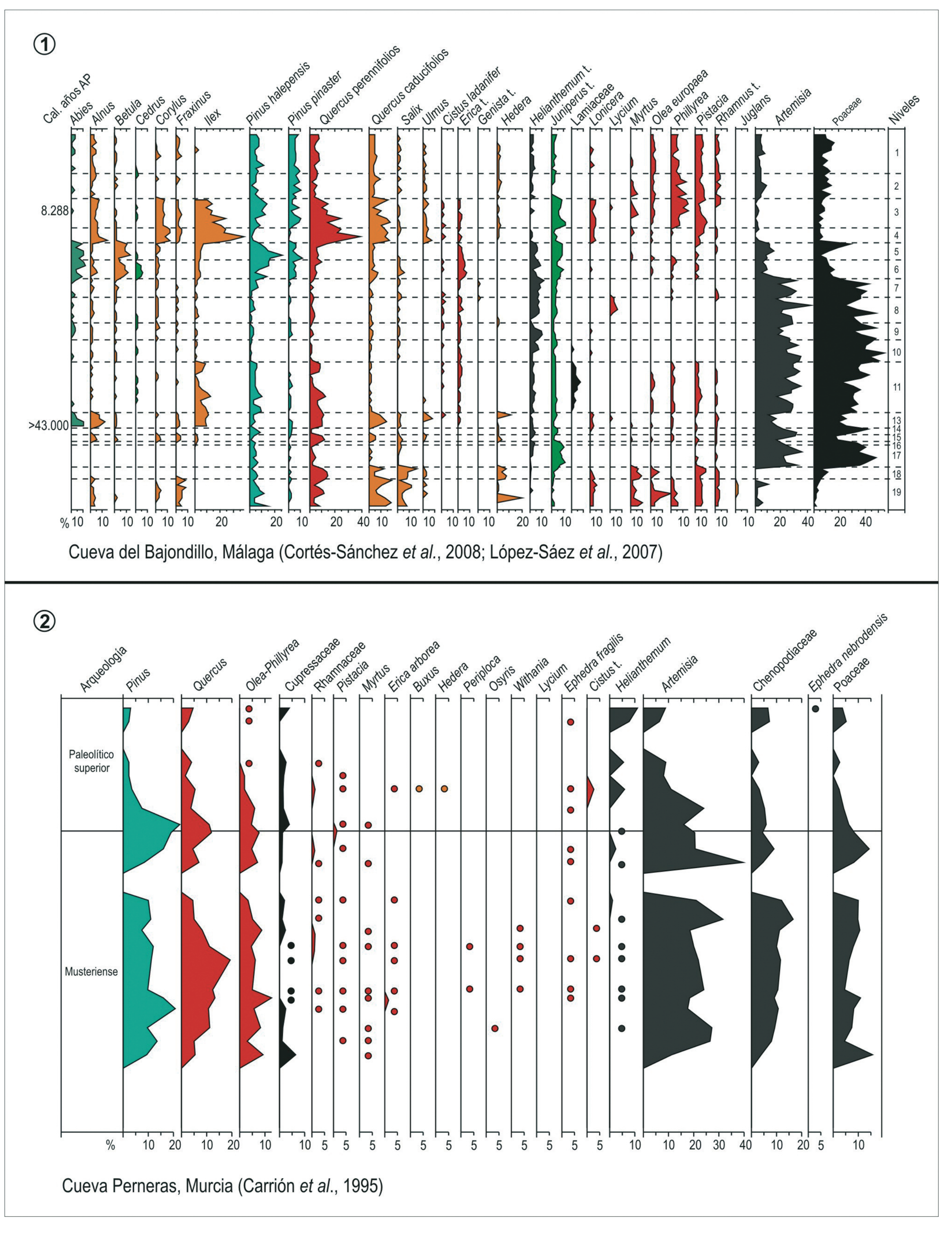


Figura 5. 1–2, Elementos leñosos templados, mediterráneos e ibero-magrebíes del litoral mediterráneo peninsular en el Pleistoceno. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

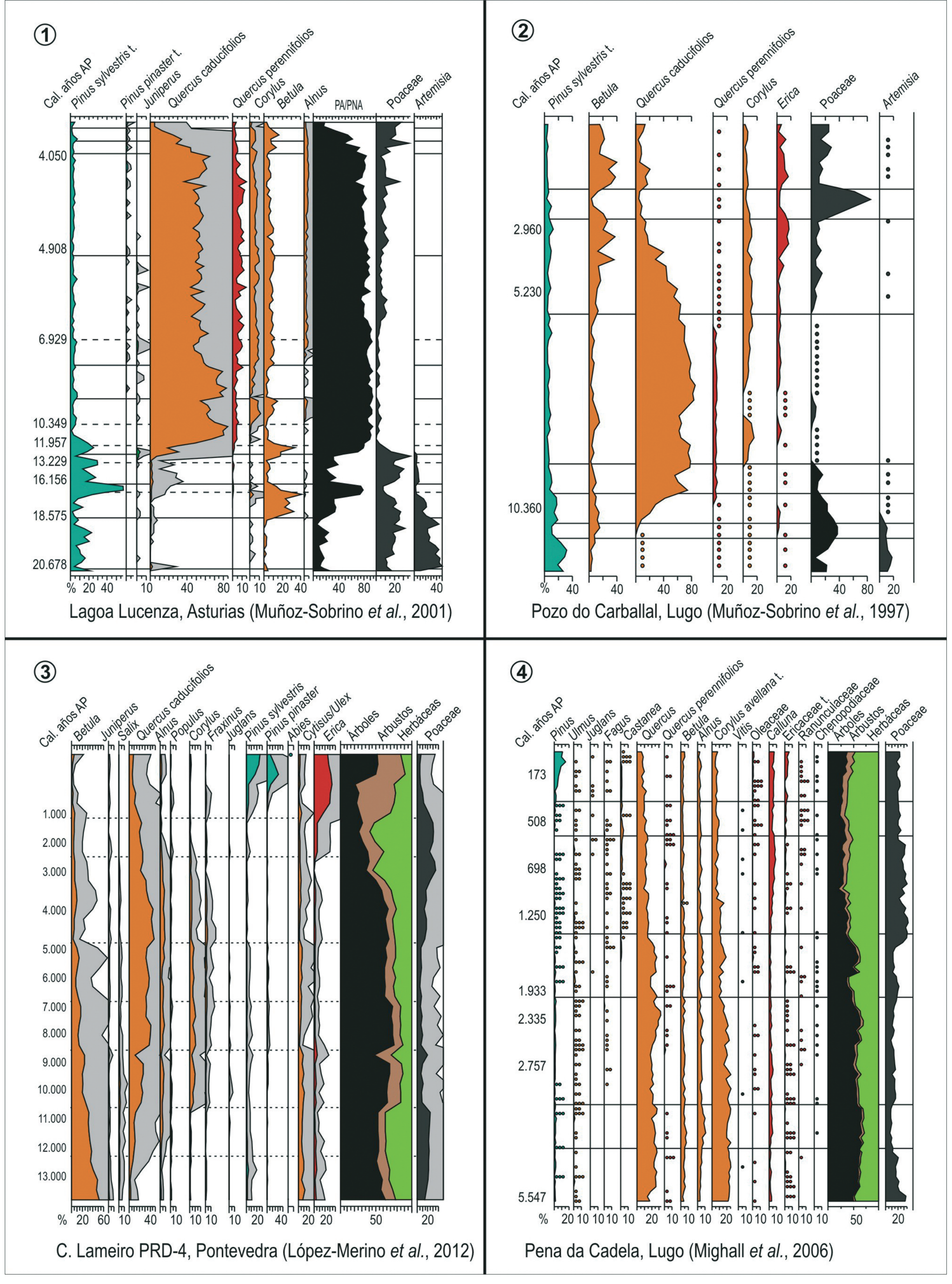


Figura 6. 1–4, Expansión de vegetación xerofítica durante el *Dryas* reciente, dando paso a formaciones arbóreas de pinar con abedul y finalmente sustitución hacia bosques de *Quercus* cadudifolios durante el Holoceno. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

muestra alrededor de 12.010 cal. años AP una señal de *Artemisia* y *Ephedra* similar a la del *Dryas* reciente (Fig. 3), y el *Dryas* antiguo se manifiesta en algunas secuencias del norte peninsular (Ramil-Rego *et al.*, 1998a,b; Carrión *et al.*, 2010; Iriarte-Chiapusso *et al.*, 2016).

DINÁMICAS DURANTE EL HOLOCENO

El advenimiento del Holoceno suele provocar la aparición sucesiva de especies mesofíticas, implicando escalonadamente a *Betula*, *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Fraxinus* y finalmente *Fagus* (Figs. 6, 7, 8). Con las lógicas modificaciones en el advenimiento de cada taxón y la presencia de *Abies* en el sector oriental peninsular, esta gradación es generalizable a la mayor parte de la Iberia septentrional y a otros registros como Padul, en los que, a pesar de su posición geográfica, es evidente la influencia atlántica tanto por las características climáticas actuales como por la correlación de dicho registro con las secuencias de Europa occidental.

Característicamente, el debut del Holoceno exhibe una expansión arbórea, primero de *Betula* y *Pinus* (10.000 a 9.500 cal. años AP) y después de *Quercus* caducifolios (9.500–8.600 cal. años AP) como en Lagoa Lucenza (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2001), Moucide (Gómez-Orellana *et al.*, 2001), El Portalet (González-Sampériz *et al.*, 2006), Campo Lameiro PRD–4 (López-Merino *et al.*, 2012) (Fig. 6). A continuación (8.600–8.000 cal. años AP) se registra la primera migración importante del avellano (*Corylus avellana* L.), pero este fenómeno solo tiene lugar en los territorios con fuerte influencia oceánica: Pozo do Carballal (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997), en Lugo, Chan do Lamoso (Ramil-Rego *et al.*, 1994, Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Campo Lameiro PRD–4 (López-Merino *et al.*, 2012), Lagoa Lucenza (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2001), As Pontes (López-Sáez *et al.*, 2003a,b), Pena da Cadela (Mighall *et al.*, 2006), Penido Vello (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Comella (Ruiz-Zapata *et al.*, 2002). El bosque caducifolio parece haber alcanzado su máxima expansión al final de estos episodios (8.500–6.000 cal. años AP), robledales en la Turbera de Belate (Peñalba, 1994) en Navarra, Alto de la Espina (López-Merino, 2009) en Asturias, Cabañeros (Morales-Molino *et al.*, 2018) en Toledo y Lagoa Travesa (Mateus, 1985,1989) en Portugal, desplazando progresivamente al pino y a los bosques mixtos. Los enclaves más oceánicos contemplan un rápido desplazamiento mientras, en las laderas meridionales de la Cordillera Cantábrica los pinares y los bosques mixtos se mantienen (López-Merino *et al.*, 2012; Uzquiano *et al.*, 2016). Este fenómeno se agudizará en las depresiones continentales del Valle del Ebro y Sistema Ibérico, donde incluso los tipos esclerófilos de *Quercus* pueden desplazar a los caducifolios (Peñalba, 1989). La representación de *Quercus ilex* L. en el norte peninsular aumenta conforme nos alejamos de la costa y alcanza su máximo en las montañas próximas a la depresión del Sil, Sistema Ibérico y depresión del Ebro como Lago Grande de Estaña (Riera *et al.*, 2004, 2006; Morellón *et al.*, 2008, 2009; González-Sampériz *et al.*, 2010). Así, en la región Cantábrica *Q. ilex* llega a formar bosques mixtos con robledales por la influencia de las condiciones climáticas oceánicas, mientras que en las vertientes meridionales de la Cordillera Cantábrica y al noroeste de la Cordillera Ibérica los encinares tienen una posición más favorable debido a la sequía estival y la continentalidad que atenúan dicha influencia atlántica (Uzquiano *et al.*, 2016).

Es importante enfatizar que puede no constatarse la colonización por *Quercus* u otros mesófitos y esto es aplicable no solo al final del Pleistoceno sino también al Holoceno. La secuencia de Navarrés (Carrión y Dupré, 1996; Dupré *et al.*, 1998; Carrión y van Geel, 1999) es paradigmática en este sentido (Fig. 3). Aunque hay evidencias de sensibilidad climática a las fases Pleniglacial, Tardiglacial y *Dryas* reciente, la señal polínica viene solo marcada por oscilaciones en las curvas de *Pinus* y xerófitos herbáceos. Con el Tardiglacial y el comienzo del Holoceno, *Pinus* sigue siendo el taxon arbóreo dominante y solo es sustituido abruptamente por *Quercus* alrededor de 6.000 cal. años AP en un contexto sedimentario en el que concurren una serie sucesiva de incendios. Este hecho es demostrable por incrementos notables en las concentraciones de macro y microcarbones y por el propio cortejo vegetal acompañante que sugiere un dinamismo post-incendio (*Quercus* tipo *suber*, *Pinus pinaster*, *Erica arborea*, *Ulex*, *Phillyrea*, *Cistus* (*C. salviifolius* L.), *Pteridium, Ruta*, *Fumaria*, *Euphorbia*, *Anagallis* (*A. arvensis* L.)) tal y como ha sido mostrado en estudios experimentales (Pausas, 1997; Gil-Romera *et al.*, 2014, 2016).

El fenómeno de retraso en la instalación del modelo forestal de dominancia angiospérmica hasta el Holoceno

Medio no es exclusivo de Navarrés. Del mismo modo, los incrementos asociados en las concentraciones de carbones –indicadores de incendios en algunas circunstancias– parecen un proceso bastante general, como ha sido puesto de manifiesto por Stevenson *et al.* (1991) y Aranbarri *et al.* (2016) en el Valle medio del Ebro, Cordillera Ibérica y en diversos puntos de la sub-meseta sur, por Carrión *et al.* (2001) en Ojos de Villaverde (Fig. 9) y Andalucía Occidental en Siles (Carrión, 2002) (Fig. 4), así como por Gil-Romera *et al.* (2014) en el Pirineo central en la secuencia del Portalet. Las secuencias portuguesas de Lagoa Travessa (Mateus, 1989) y Lagoa de Albufeira (Queiroz, 1989), muestran como un bosque original de pinos y robles es sustituido progresivamente por encinares con *Juniperus*, *Erica arborea*, *Phillyrea* y *Pistacia* entre 6.000 y 4.000 cal. años AP.

La importancia de los pinares durante el Pleistoceno Tardío en la Península Ibérica debe haber sido un factor de primer orden en la persistencia de los mismos durante la mayor parte del Holoceno sino hasta el presente. En cierto sentido, es como si el punto de partida, en contexto de complejidad ecológica, fuera casi tan importante o más que las condiciones físicas prevalentes. Muchas secuencias, pues, no muestran demasiados cambios ante la llegada del recalentamiento tardiglacial, el enfriamiento del *Dryas* reciente, el Holoceno Temprano o el máximo pluviométrico del Holoceno Medio. La evidencia paleoecológica indica que los pinos de tierras altas fueron dominantes en áreas extensas de las montañas central y norte peninsular durante la primera mitad del Holoceno (Rubiales *et al.*, 2011a; Rubiales y Génova, 2015). No en vano, existen secuencias palinológicas holocenas donde el pino es predominante durante toda o la mayor parte del registro (Fig. 7): Laguna Salada de Chiprana y Salada Pequeña en Zaragoza (Stevenson *et al.*,1991), Laguna de la Playa, Cueva del Moro, Lago de Marboré y Lago Bas de la Mora (Stevenson *et al.*, 1991; López y López-Sáez, 1994; González-Sampériz *et al.*, 2008; Pérez-Sanz *et al.*, 2013; Leunda *et al.*, 2017) en Huesca, Laguna de Gallocanta en Teruel (Burjachs *et al.*, 1997), Espinosa de Cerrato en Palencia (Franco-Múgica *et al.*, 1996, 2001), Lillo en León (Franco-Múgica *et al.*, 1997), Tubilla del Lago en León (Morales-Molino *et al.*, 2017a), Quintana Redonda en Soria (García-Antón *et al.*, 1995, 1997), las secuencias del Puerto de la Morcuera, Puerto de Chía, Narrillos del Rebollar, Arroyo de la Hoz, Navacerrada, Hoyocasero, Rascafría, Prado de las Zorras, Sandria, Macizo de Ayllón, Arroyos de Valdeconejos-Navalacarreta-Cárcavas y Serranillos en el Sistema Central (Andrade *et al.*, 1992; Gil-García, 1992; Vázquez y Ruiz-Zapata, 1992; Dorado-Valiño, 1993; Andrade, 1994; Andrade *et al.*, 1994; Franco-Múgica, 1995; Franco-Múgica *et al.*, 1998; López-Merino *et al.*, 2009; Génova *et al.*, 2016; Morales-Molino *et al.*, 2017b; Postigo-Mijarra *et al.*, 2017), Ojos del Tremedal (Stevenson, 2000), Hoyos de Iregua (Gil-García *et al.*, 2002) y laguna de Las Pardillas (Sánchez-Goñi y Hannon, 1999) en el Sistema Ibérico, Laguna de la Cruz y Verdelpino en Cuenca (López-García, 1977; Burjachs, 1996), Salines (Burjachs, 1996; Burjachs *et al.*, 2007, 2016) y Cendres y L'Or (Dupré y Renault-Miskovsky, 1990) en Alicante, Cañada de la Cruz y Siles en Jaén (Carrión *et al.*, 2001; Carrión, 2002), El Sabinar en Murcia (Carrión *et al.*, 2004), El Acebrón en Huelva (Stevenson y Moore, 1988; Stevenson y Harrison, 1992), Ribeira de Carcavai en el Algarbe (Schneider *et al.*, 2016) y numerosos registros polínicos sobre depósitos arqueológicos (López, 1978), Abric Agut, Balma del Gai, Cova de la Guineu, en Barcelona (Allué *et al.*, 2007, 2009; Burjachs, 2009), Calvero de la Higuera en Madrid (Ruiz-Zapata *et al.*, 2008).

Encontramos otras secuencias postglaciales donde *Pinus* y *Quercus* son codominantes (Fig. 8). Sería el caso de Elx y Salines en Alicante (Burjachs *et al.*, 1997, 2016), Cova Fosca (Olaria *et al.*, 1982) y Torreblanca en Castellón (Pérez-Obiol y Julià, 1994), Keb-25 en el Delta del Ebro (Yll y Pérez-Obiol, 1992), Banyoles y Sobrestany en Girona (Pérez-Obiol y Julià, 1994; Parra *et al.*, 2005) (Fig. 4), Drasanes en Barcelona (Riera, 1993), Laguna de las Sanguijuelas en Zamora (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2004), Pintia en Valladolid (Hernández *et al.*, 2011; Rubiales *et al.*, 2011b), Castillo de Calatrava en Ciudad Real (García-Antón *et al.*, 1986), La Serrota y Pico Zapatero en Ávila (Andrade, 1994), Antas (Pantaleón-Cano *et al.*, 2003) y Gádor (Carrión *et al.*, 2003) en Almería, Borreguiles de la Virgen en Granada (Jiménez-Moreno y Anderson, 2012), Laguna de las Madres en Huelva (Yll *et al.*, 2002), Riberia de Quarteira y Alcantarilha en el Algarve (Schneider *et al.*, 2016) y CM5-Beliche en Faro (Fletcher *et al.*, 2007) ambas en Portugal.

Algunas secuencias siguen la pauta predecible de dominancia de *Quercus* caducifolios o perennifolios (Figs. 6, 9),

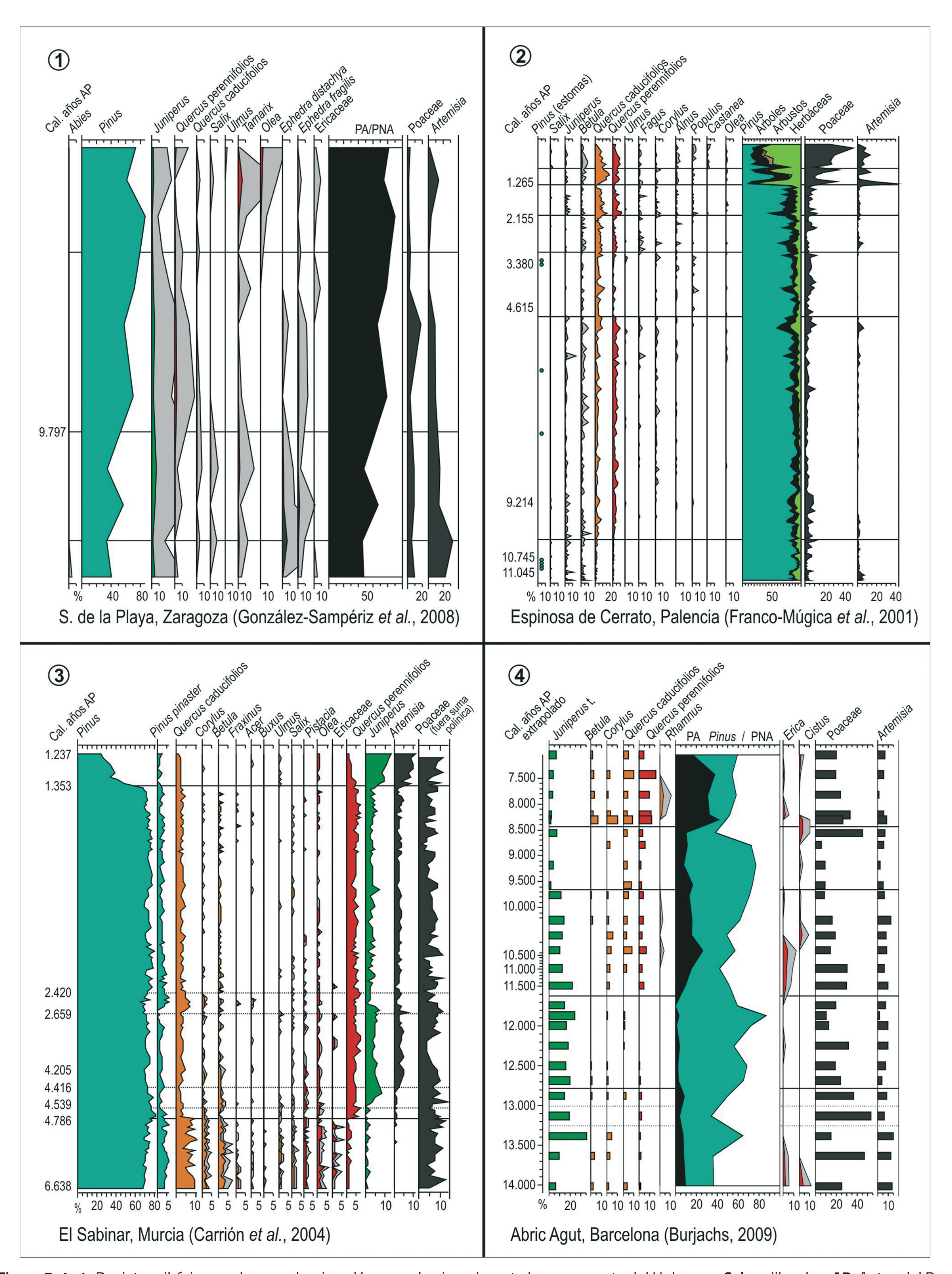


Figura 7. 1–4, Registros ibéricos en los que domina el bosque de pinar durante la mayor parte del Holoceno. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

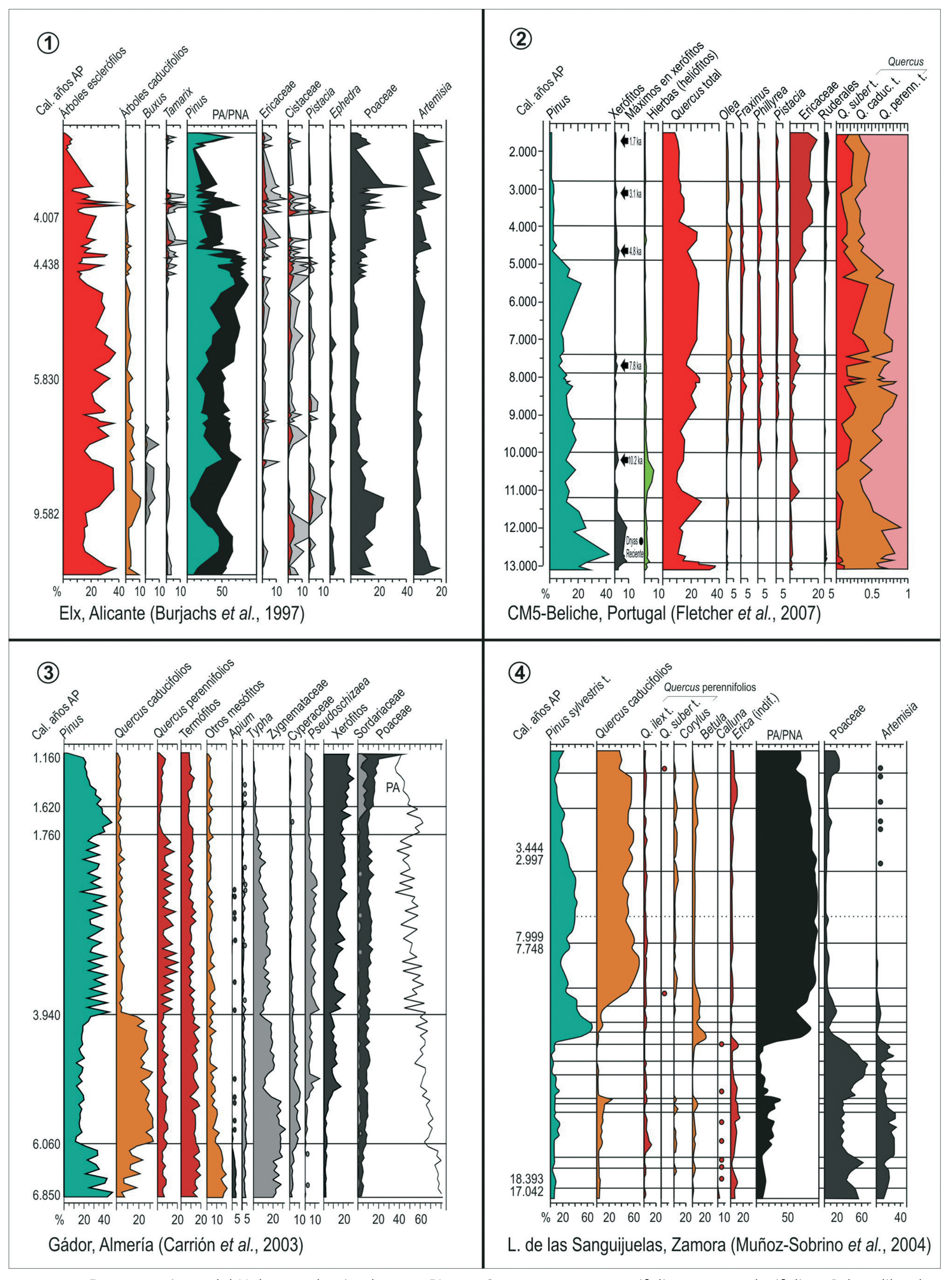


Figura 8. 1–4, Bosques mixtos del Holoceno dominados por *Pinus* y *Quercus* tanto perennifolios como caducifolios. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

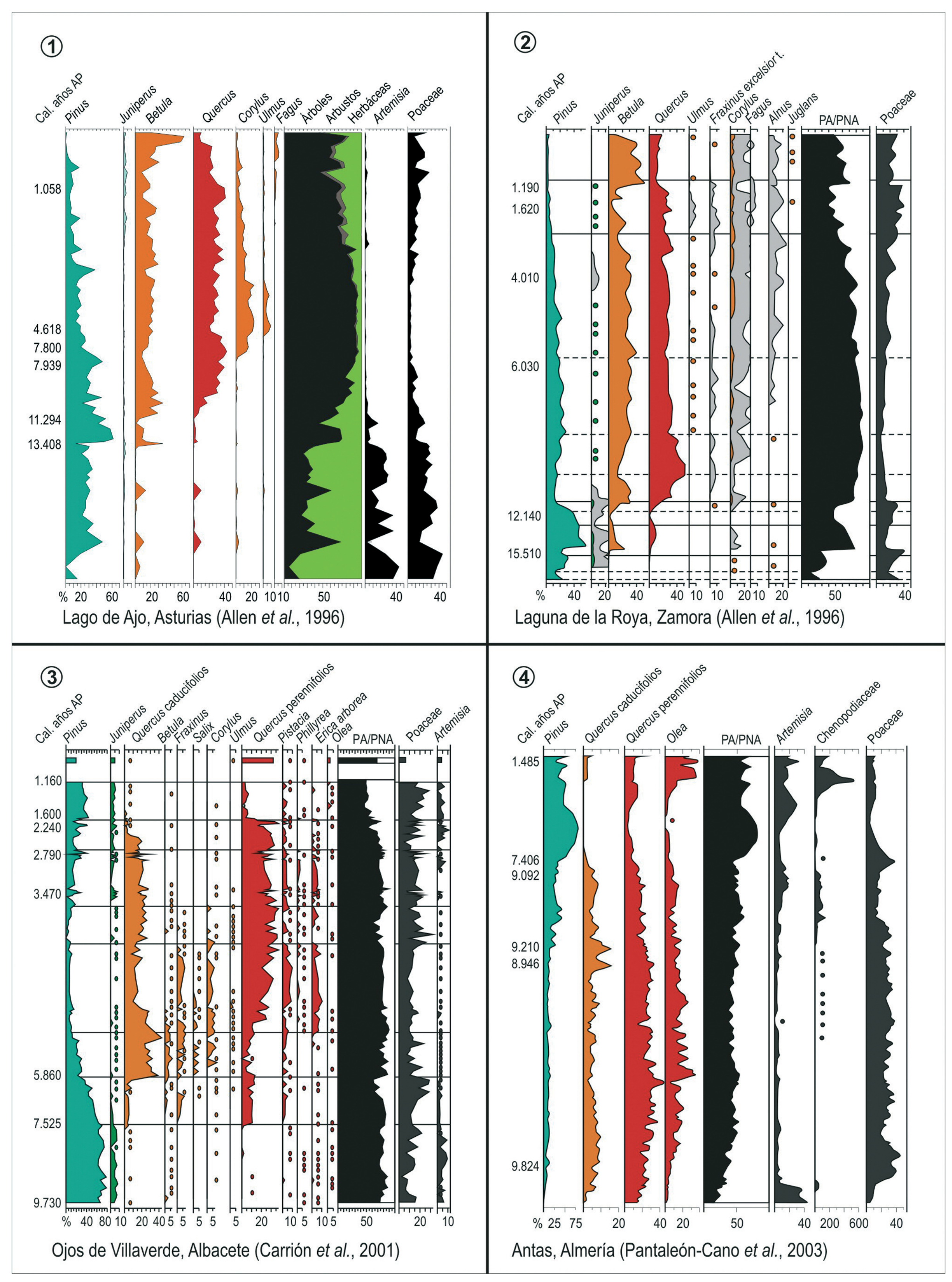


Figura 9. 1–2, Secuencias del Holoceno en las que se muestra la dominancia predecible de *Quercus*. **3–4,** Las secuencias de Ojos de Villaverde y Antas muestran la prevalencia del pinar durante el Holoceno Tardío. **Cal.,** calibrados; **AP,** Antes del Presente; **PA,** Polen Arbóreo; **PNA,** Polen No Arbóreo. Secuencias extraídas de Carrión *et al.* (2015) y redibujadas de las citas indicadas.

junto con elementos indicadores de matorralización como sucede en Pozo do Carballal (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997) y Pena da Cadela (Mighall *et al.*, 2006) en Lugo, Campo Lameiro PRD-4 (López-Merino *et al.*, 2012) en Pontevedra, Lagoa Lucenza (Santos *et al.*, 2000; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2001) y Lago de Ajo en Asturias (Allen *et al.*, 1996), Laguna de la Roya en Zamora (Allen *et al.*, 1996), Ojos de Villaverde en Albacete (Carrión *et al.*, 2001), Puerto de la Morcuera (Gil-García, 1992), Guadarrama (Vázquez y Ruiz-Zapata, 1992), Espinosa de Cerrato (Franco-Múgica *et al.*, 1996), Gallocanta (Burjachs *et al.*, 1997), Laguna de Medina (Reed *et al.*, 2001), Baza (Carrión *et al.*, 2007), cuevas de En Pardo (González-Sampériz, 1998) o Bolumini (Sanchís, 1994) en Alicante, en Casablanca-Almenara (Planchais y Parra, 1984), en Sobrestany (Parra, 1994), Lagoa Comprida 1 y 2 (Janssen y Woldringh, 1981; van den Brink y Janssen, 1985; van der Knaap y van Leeuwen, 1994), Riberia do Farelo en el Algarve, Portugal (Schneider *et al.*, 2016) y en diversas localidades del norte de África (Reille *et al.*, 1996).

Finalmente, en la región mediterránea no es tampoco infrecuente la prevalencia del pino durante el Holoceno Tardío (Figs. 7, 9) como ocurre en las secuencias de San Rafael, Antas y Roquetas de Mar (Pantaleón-Cano, 1997; Pantaleón-Cano *et al.*, 2003) y Gádor (Carrión *et al.*, 2003), en Almería, Río Seco (Anderson *et al.*, 2011) en Granada, o Cendres (Dupré y Renault-Miskovsky, 1990), L'Or (Dupré, 1988) y Elx (Burjachs *et al.*, 1997, 2016) en Alicante, El Sabinar (Carrión *et al.*, 2004) y la secuencia de Mazarrón (Carrión *et al.*, en prensa) en Murcia que muestran una primera fase de *Pinus* en codominancia con *Quercus* y elementos mesófilos, y a medida que avanza el Holoceno el paisaje cambia hacia un pinar abierto con expansión de elementos xerófilos y esclerófilos, reflejando unas condiciones especialmente áridas.

Deforestación durante el Holoceno

La acción del hombre sobre los ecosistemas y algunos procesos no antropogénicos deben haber solapado con mucha frecuencia los efectos sobre la cobertura arbórea. Se puede admitir que la acción humana no haya sido primordial como agente de cambio ambiental durante la primera mitad del Holoceno, pero no debe haber ocurrido así durante los últimos milenios, donde el descenso de la cobertura arbórea parece algo común a toda la Península Ibérica, si bien hay también gran variación regional en cuanto al inicio de este proceso y la intensidad del mismo (Fig. 1; Tab. 1). Desde una perspectiva palinológica, en la iberia atlántica, los máximos arbóreos del postglacial, que se habían dado entre 6.000 y 3.000 cal. años AP (Ramil-Rego *et al.*, 1998b) disminuyen progresivamente a partir de ese momento. En las localidades litorales del Cantábrico, los bosques de caducifolios siguen siendo preponderantes (Peñalba, 1989; García-Antón *et al.*, 1989, 2006; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2001; Uzquiano *et al.*, 2016). Pero, sistemáticamente, el final del Holoceno muestra una reducción general de la cobertura arbórea mientras se incrementan los brezales y las formaciones de leguminosas supuestamente antropógenas. Aunque en las áreas de montaña no se ha determinado categóricamente el fenómeno de deforestación (García-Ruiz *et al.*, 2016), en los sectores montañosos del norte peninsular las primeras evidencias de antropización se muestran en torno a 6.800 cal. años AP, durante el Neolítico temprano (García-Ruiz *et al.* 2016; Pérez-Díaz *et al.*, 2018), siendo mayor el impacto sobre el paisaje a partir de 4.000 cal. años AP, con la desaparición de la cobertura arbórea y/o sustitución por bosques de *Fagus,* que si bien responden a un cambio climático que favorece su expansión (Magri *et al.*, 2006; López-Merino y López-Sáez, 2015), la acción antrópica es un factor más que conduce a la disminución de la cobertura arbórea en épocas más recientes, 2.000–1.000 cal. años AP, como muestran Campo Lameiro PRD-2 (Carrión-Marco *et al.*, 2010), Belate (Peñalba, 1994), Penido Vello (Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Lago Enol (López-Merino *et al.*, 2009), El Maíllo (Morales-Molino *et al.*, 2013) o incluso no se constata como en secuencias de la Cordillera Cantábrica A Golada (Muñoz-Sobrino *et al.*, 1997), Puerto de Leitariegos y Laguillín (García-Rovés, 2007), Comella (Ruiz-Zapata *et al.*, 2002), Chando Lamoso (Ramil-Rego *et al.*, 1994; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Los Tornos (Peñalba, 1989; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2005), Puerto de San Isidro (Fombella-Blanco *et al.*, 2001), Vega de Viejos (Rubiales *et al.*, 2008), entre otros (Tab. 1).

Los datos de la antracología parecen señalar que el comienzo de la degradación antropogénica del paisaje puede haber tenido lugar alrededor de 4.000 cal. años AP en Andalucía y el País Valenciano (Bernabeu *et al.*, 1993; Badal *et al.*, 1994; Garcia-Puchol *et al.*, 2010), e incluso a 2.400 cal. años AP en Punta de los Gavilanes (Murcia), en el sureste

TABLA 1 – Deforestaciones durante el Holoceno en secuencias de la Península Ibérica con posible control por las actividades humanas y/o el evento climático 8.2

Secuencia Nº en Fig.1	*Provincia*	*Coordenadas (Altura m s.n.m.)*	*Deforestación en cal. años AP*	*Bibliografía*
Iberia atlántica				
1- A Cespedosa I	*Lugo*	*42º 52′ N; 06º 51′ O (1425)*	*2.000***	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1997)*
2- A Golada	*Lugo*	*42º 42′ N; 07º 00′ O (1100)*	*3.313 (sincrónico a Brañas de Lamela)*	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1997)*
3- Pozo do Carballal	*Lugo*	*42º 42′ N; 07º 06′ O (1330)*	*2.960***	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1997)*
4- Chan do Lamoso	*Lugo*	*43º 29′ N; 07º 33′ O (1039)*	*Evento 8.2*	*Ramil-Rego* et al. *(1994), Muñoz-Sobrino* et al. *(2005)*
5- Penido Vello	*Lugo*	*43º 26′ N; 07º 32′ O (700)*	*1.000*	*Muñoz-Sobrino* et al. *(2005)*
6- Mougás	*Pontevedra*	*42º 03′ N; 08º 53′ O (1)*	*3.000***	*Gómez-Orellana* et al. *(1998), Carrión-Marco (2005)*
7- Campo Lameiro PRD-4	*Pontevedra*	*42º 43′ N; 08º 31′ O (310)*	*Evento 8.2*	*López-Merino* et al. *(2012)*
8- Comella	*Asturias*	*43º 16′ N; 04º 59′ O (834)*	*3.418*	*Ruiz-Zapata* et al. *(2002)*
9- Alto de la Espina	*Asturias*	*43º 22′ N; 06º 19′ O (650)*	*Evento 8.2****	*López-Merino (2009)*
10- Suárbol	*León*	*42º 51′ N; 06º 51′ O (1080)*	*>1.219*	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1997)*
11- Brañas de Lamela	*León*	*42º 46′ N; 06º 51′ O (1280)*	*> 3.313*	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1997)*
12- Vega Viejos	*León*	*42º 52′ N; 06º 14′ O (1300)*	*> 1.188*	*Rubiales* et al. *(2008)*
13- Lago Enol	*Asturias*	*43º 16′ N; 04º 59′ O (1070)*	*2.590*	*López-Merino (2009)*
14- Puerto de Leitariegos	*León*	*42º 59′ N; 06º 24′ O (1700)*	*3.000***	*García-Rovés (2007)*
15- Laguillín	*León*	*42º 52′ N; 06º 02′ O(1850)*	*4.194*	*García-Rovés (2007)*
16- Los Tornos	*Cantabria*	*43º 09′ N; 03º 26′ O (920)*	*2.777 Evento 8.2*	*Peñalba (1989), Muñoz-Sobrino* et al. *(2005)*
17- Saldropo	*Vizcaya*	*43º 03′ N; 02º 43′ O (625)*	*790*	*Peñalba (1994)*
18- Turbera de Atxuri	*Navarra*	*43º 15′ N; 01º 33′ O (500)*	*1.700*	*Peñalba (1994)*
19- Belate	*Navarra*	*43º 02′ N; 36º 54′ O (847)*	*3.000*	*Peñalba (1994)*
20- Ibón de Tramacastilla	*Huesca*	*42º 43′ N; 00º 22′ O (1668)*	*4.000-1.200*	*Montserrat-Martí (1992)*
21- El Portalet	*Huesca*	*42º 48′ N; 00º 23′ O (1802)*	*Evento 8.2*	*González-Sampériz* et al. *(2006), Gil-Romera* et al. *(2014)*
Iberia mediterránea continental				
22- Lago Estanya	*Huesca*	*42º 02′ N; 00º 32′ E (670)*	*1.000*	*González-Sampériz* et al. *(2017)*
23- Xan de Llamas	*León*	*42º 18′ N; 06º 19′ O (1500)*	*3.200*	*Morales-Molino* et al. *(2011)*
24- El Payo	*Salamanca*	*40º 15′ N; 06º 46′ O (1000)*	*2.900*	*Abel Schaad* et al. *(2009)*
25- El Maíllo	*Salamanca*	*40º 32′ N; 06º 12′ O (1100)*	*3.200*	*Morales-Molino* et al. *(2013)*
26- Turbera de la Piedra	*Burgos*	*42º 38′ N; 03º 52′ O (950)*	*8.182–8.370 Evento 8.2*	*Muñoz-Sobrino* et al. *(1996)*
27- Narrillos del Rebollar	*Ávila*	*40º 39′ N; 04º 57′ O (1560)*	*2.850***	*Dorado-Valiño* et al. *(2001) y López-Sáez* et al. *(2009)*
28- Serranillos	*Ávila*	*40º 18′ N; 04º 56′ O (1700)*	*130*	*López-Merino* et al. *(2009)*
29- Lago Grande de Estaña	*Huesca*	*42º 01′ N; 00º 31′ E (670)*	*1.200***.	*Riera* et al. *(2004, 2006), González-Sampériz* et al. *(2010)*
30- Villarquemado	*Teruel*	*40º 30′ N; 01º 18′ O (987)*	*2.500*	*Arambarri* et al. *(2014)*

Tabla 1 – Continuación

Secuencia Nº en Fig.1	*Provincia*	*Coordenadas (Altura m s.n.m.)*	*Deforestación en cal. años AP*	*Bibliografía*
31- Bosc del Estanyons	*Andorra*	*42° 28′ N; 01° 37′ E (1500)*	*2.600*	*Mirás* et al. *(2007)*
32- Rascafría	*Madrid*	*40° 54′ N; 03° 51′ O (1113)*	*1.000*	*Franco-Múgica y García-Antón (1994)*
33- Dolmen de Azután	*Toledo*	*39° 46′ N; 08° 55′ O (345)*	*6.000*	*López-Sáez y López-García (2005)*
34- Castillo de Calatrava	*Ciudad Real*	*39° 04′ N; 03° 51′ O (600)*	*1.730*	*García-Antón* et al. *(1986)*
35- Ojos de Villaverde	*Albacete*	*38° 48′ N; 02° 22′ O (870)*	*1600*	*Carrión* et al. *(2001)*
Mediterráneo (este ibérico)				
36- Cubelles	*Barcelona*	*41° 13′ N; 01° 39′ E (1)*	*2.550*	*Riera y Esteban (1997)*
37- Besòs	*Barcelona*	*41° 24′ N; 02° 15′ E (7)*	*4.500–1.500*	*Riera y Palet (2005, 2008)*
38- Avenc dels Dos Forats	*Valencia*	*39° 06′ N; 00° 24′ O (186)*	*4.500***	*García-Puchol* et al. *(2010)*
39- Borreguiles de la Virgen	*Granada*	*37° 03′ N; 03° 22′ O (2945)*	*1.200*	*Jiménez-Moreno y Anderson (2012)*
40- Baza	*Granada*	*37° 14′ N; 02° 42′ O (1900)*	*1.900*	*Carrión* et al. *(2007)*
41- Padul	*Granada*	*37° 00′ N; 03° 36′ O (700)*	*1.600*	*Ramos-Román* et al. *(2018)*
42- Roquetas	*Almería*	*36° 47′ N; 02° 35′ O (5)*	*5.000*	*Pantaleón-Cano* et al. *(2003)*
43- Punta de los Gavilanes	*Murcia*	*37° 33′ N; 01° 16′O (5)*	*2.400*	*García-Martínez (2009)*
Mediterráneo oceánico				
44- Charco da Candieira	*Guarda**	*40° 20′ N; 07° 34′ O (1400)*	*3.220*	*van der Knaap y van Leewen (1994)*
45- Prazo	*Guarda**	*41° 04′ N; 07° 14′ O (550)*	*6.350*	*López-Sáez* et al. *(2008)*
46- Valle de Muge	*Santarém**	*39° 06′ N; 08° 40′ O (16)*	*7.000***	*van der Schriek* et al. *(2008)*
47- La Junta	*Huelva*	*37° 39′ N; 07° 21′ O (85)*	*200*	*Fuentes* et al. *(2006)*

** Secuencias de Portugal. ** Fechas no calibradas (^{14}C años AP). *** Impacto humano coincidente con evento 8.2*
Evento 8.2: Crisis de aridez global (8200 cal. años AP) con retroceso claro de las masas forestales, y rápida recuperación arbórea en todas las secuencias tras este evento de corta duración.

peninsular (García-Martínez, 2009) (Tab. 1). En el centro-sur peninsular la deforestación local se manifiesta a partir de 1.600–1.900 años cal. AP, como en Baza (Carrión *et al.*, 2007) y Padul (Ramos-Román *et al.*, 2018), en Granada, Castillo de Calatrava, en Ciudad Real (García-Antón *et al.*, 1986), Ojos de Villaverde, en Albacete (Carrión *et al.*, 2001). En Villarquemado (Arambari *et al.*, 2014), Teruel, se constata una gran deforestación del pinar en 2.500 cal. años AP y en Guadarrama, el paisaje parece empezar a deforestarse a partir de 2.000 cal. años AP, pero sobre todo durante el último milenio (Vázquez y Ruiz-Zapata, 1992; Franco-Múgica *et al.*, 1997, 1998). Algo similar parece suceder en el oeste peninsular como ha señalado Janssen (1994) comparando los diagramas polínicos de Buyo, Braña Rubia, La Baña y Antela en Galicia; Estrela, Alpiarca, Estacada y Travessa en Portugal y El Acebrón en Huelva a efectos de evaluar el impacto antrópico desde época romana. Según Janssen (1994), la aparición de una vegetación tipo maquis-garriga, con *Cistus*, *Myrtus* y *Erica* en el sur, y con *Erica* y *Ulex* en el norte parece una exacerbación de la señal que se obtiene en muchas secuencias desde la Edad del Bronce, como en el yacimiento de La Junta, en Huelva (Fuentes *et al.*, 2007) (Tab. 1).

CONCLUSIONES

Con independencia del mayor o menor éxito argumental de las posturas climaticista o antropicista en un registro dado, lo cierto es que en la mayor parte de los casos, no existen evidencias incuestionables a favor de una u otra hipótesis. Cabe incrementar la resolución estratigráfico-temporal, incrementar el nivel de discriminación taxonómica en el recuento rutinario, ampliar el número de estudios de comparación inter-regional, llevar a cabo un control cronológico más preciso y exhaustivo así como estandarizar el método de presentación de las dataciones. Sería también importante un diseño más riguroso de proyectos de investigación que permita, por ejemplo, concentrar el muestreo en ecotonos y llevar a cabo una estrategia de sondeo múltiple en la misma cuenca sedimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la financiación de los proyectos CGL 2015-68604 del Ministerio de Economía y Competitividad y 19434/PI/14 de la Fundación Séneca (Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, Murcia). A los revisores por los comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

Abel Schaad, D., Hernández Carretero, A.M., López-Sáez, J.A., Pulido Díaz, F.J., López-Merino, L, Martínez-Cortizas, A. 2009. Evolución de la vegetación en la Sierra de Gata (Cáceres-Salamanca, España) durante el Holoceno Reciente. Implicaciones biogeográficas. *Revista Española de Micropaleontología* 41: 91–105.

Allen, J.R.M., Huntley, B. y Watts, W.A. 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14,000 yr. *Journal of Quaternary Science* 11: 125–147.

Allué, E., Nadal, J., Estrada, A. y García-Argüelles, P. 2007. Los datos antracológicos de la Balma del Gai (Bages, Barcelona): una aportación al conocimiento de la vegetación y la explotación de los recursos forestales durante el Tardiglaciar en el NE peninsular. *Trabajos de Prehistoria* 64: 87–98.

Allué, E., Vernet, J.L. y Cebrià, A. 2009. Holocene vegetational landscapes of NE Iberia: charcoal analysis from Cova de la Guineu, Barcelona, Spain. *The Holocene* 19: 765–773.

Anderson, R.S., Jiménez-Moreno, G., Carrión, J.S., Pérez-Martínez, C. 2011. Postglacial history of alpine vegetation, fire, and climate from Laguna de Río Seco, Sierra Nevada, southern Spain. *Quaternary Science Reviews* 30: 1615–1629.

Andrade, A. 1994. [*Dinámica de la vegetación durante los últimos 3000 años en las Sierras de la Paramera, Serrota y Villafranca (Avila) a partir del análisis polínico.* Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Madrid, 262 p. Inédita.].

Andrade, A., Dorado, M. y Ruiz-Zapata, B. 1994. Estudio comparativo de la evolución de la vegetación a partir del tránsito Subboreal-Subatlántico en las sierras abulenses (Avila, Sistema Central, España). En: I. Mateu, M. Dupré, J. Güemes, y M.E. Burgaz (Eds.), *Trabajos de Palinología básica y aplicada. Actas del X Simposio de Palinología,(APLE)*. Universitat de Valéncia, Valencia, p. 199–210.

Andrade, A., Dorado, M., Ruiz-Zapata, B. y Acaso, E. 1992. Análisis polínico en una zona de alto interés botánico: el pinar de Hoyocasero. *Boletín Universitario* 12: 21–31.

Aranbarri, J., Bartolomé, M., Alcolea, M. *et al.* 2016. Palaeobotanical insights from early–mid Holocene fluvial tufas in the Moncavo natural park (Iberian range, NE Spain): regional correlations and biogeographic implications. *Review of Palaeobotany and Palynology* 234: 31–43.

Aranbarri, J., González-Sampériz, P., Valero-Garcés, B. *et al.* 2014. Rapid climatic changes and resilient vegetation during the Lateglacial and Holocene in a continental region of south-western Europe. *Global and Planetary Change* 114: 50–65.

Badal, E., Bernabeu, J. y Vernet, J.L. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000–4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3: 155–166.

Barrón, E., Averyanova, A., Kvaček, Z. *et al.* 2017. The Fossil History of *Quercus*. En: E. Gil-Pelegrín, J.J. Peguero-Pina y D. Sancho-Knapik (Eds.), *Oaks Physiological Ecology. Exploring the Functional Diversity of Genus Quercus L. Tree Physiology, volume 7*. Springer, Cham, p. 39–105.

Barrón, E. y Postigo-Mijarra, J.M. 2011. Early Miocene fluvial-lacustrine and swamp vegetation of La Rinconada mine (Ribesalbes-Alcora basin, Eastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 165: 11–26.

Barrón, E., Postigo-Mijarra, J.M. y Casas-Gallego, M. 2016. Late Miocene vegetation and climate of the La Cerdanya Basin (eastern Pyrenees, Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 215: 85–99.

Barrón, E., Rivas-Carballo, R., Postigo-Mijarra, J.M. *et al.* 2010. The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: A synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 382–402.

Bernabeu, J., Aura, J.E. y Badal, E. 1993. *Al oeste del edén. Las primeras sociedades agrícolas en la Europa Mediterránea*. Síntesis, Madrid, 240 p.

Bertolani-Marchetti, D. 1985. Pollen paleoclimatology in the Mediterranean since Messinian time. En: D.J. Stanley y F.C. Wezel (Eds.), *Geological evolution of the Mediterranean Basin*. Springer-Verlag, New York, p. 525–543.

Burjachs, F. 1994. Palynology of the upper Pleistocene and Holocene of the north-east Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology* 9: 17–33.

Burjachs, F. 1996. La secuencia palinológica de la Cruz (Cuenca, España). En: B. Ruiz-Zapata, T. Martín Arroyo, A. Valdeolmillos, M. Dorado-Valiño, M.J. Gil García, y A. Andrade Olalla (Eds.), *Estudios palinológicos.* Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, p. 31–36.

Burjachs, F. 2009. Paleoambient del Tardiglacial al sud dels Pirineus vist a través de la Palinologia. En: O. Mercadal (Ed.), *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16.000-10.000 BP)*. Museu Cerdà, Puigcerdà, p. 151–162.

Burjachs, F., Expósito, I. y Yll, I.E. 2007. Tendencias, crisis y desfases de la vegetación y el clima en el litoral mediterráneo de La Península Ibérica durante el Holoceno. *1º Congreso Nacional sobre*

Cambio Global. Universidad Carlos III de Madrid (Getafe), Póster.

Burjachs, F., Giralt, S., Roca, J.R., Seret, G. y Julià, R. 1997. Palinología holocénica y desertización en el Mediterráneo occidental. En: J.J. Ibáñez, B.L. Valero, y C. Machado (Eds.), *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación.* Geoforma Editores, Logroño, p. 379–394.

Burjachs, F., Jones, S.E., Giralt, S. y Fernández-López, J. 2016. Lateglacial to Early Holocene recursive aridity events in the SE Mediterranean Iberian Peninsula: The Salines playa lake case study. *Quaternary International* 403: 187–200.

Burjachs, F. y Julià, R. 1994. Abrupt climatic changes during the last glaciation based on pollen analysis of the Abric Romani, Catalonia, Spain. *Quaternary Research* 42: 308–315.

Burjachs, F., López-García, J.M., Allué, E. *et al.* 2012. Palaeoecology of Neanderthals during Dansgaard-Oeschger cycles in northeastern Iberia (Abric Romaní): From regional to global scale. *Quaternary International* 247: 26–37.

Cacho, C., Fumanal, M.P., López-García, P. *et al.* 1995. El Tossal de la Roca (Vall d' Alcalá, Alicante). Reconstrucción paleoambiental y cultural de la transición del Tardiglaciar al Holoceno inicial. *Recerques del Museu d'Alcoi* 4: 11–101.

Carrión, J.S. 1992a. Late Quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 71: 37–77.

Carrión, J.S. 1992b. A palaeoecological study in the western Mediterranean area. The Upper Pleistocene pollen record from Cova Beneito (Alicante). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 92: 1–14.

Carrión, J.S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews* 21: 2047–2066.

Carrión, J.S. 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: Incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica. *Ecosistemas.* World Wide Web: http://www.um.es/gtiweb/allmetadata/bosque%20mediterraneo.htm

Carrión, J.S. (Coord.) 2013. *Paleoflora Ibérica: Plioceno-Cuaternario.* Ministerio de Economía y Competitividad, Madrid. Universidad de Murcia y Fundación Séneca, Murcia, Vol 1: 562 p., Vol 2: 451 p.

Carrión, J.S. (Coord.) 2015. *Cinco millones de años de cambio florístico y vegetal en la Península Ibérica e Islas Baleares.* Ministerio de Economía y Competitividad, Madrid, Universidad de Murcia y Fundación Séneca, Murcia, 1017 p.

Carrión, J.S., Andrade, A., Bennet, K.D., Navarro, C. y Munuera, M. 2001. Crossing forest thresholds: inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain. *The Holocene* 11: 635–653.

Carrión, J.S. y Dupré, M. 1996. Late Quaternary vegetational history at Navarrés, eastern Spain. A two-core approach. *New Phytologist* 134: 177–191.

Carrión, J.S., Dupré, M., Fumanal, M.P. y Montes, R. 1995a. A palaeoenvironmental study in semi-arid southeastern Spain: the palynological and sedimentological sequence at Perneras Cave (Lorca, Murcia). *Journal of Archaeological Science* 22: 355–367.

Carrión, J.S., Fernández, S., González-Sampériz, P. *et al.* 2010. Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 458–475.

Carrión, J.S., Fierro, E., Ros, M. *et al.* En prensa. Ancient forests in European drylands: Holocene palaeoecological record of Mazarrón, south-eastern Spain. *Proceedings of the Geologists' Association.* Doi: 10.1016/j.pgeola.2018.05.007

Carrión, J.S., Finlayson, C., Férnández, S. *et al.* 2008. A coastal reservoir of biodiversity for Upper Pleistocene human populations: Palaeoecological investigations in Gorham's Cave (Gibraltar) in the context of the Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews* 27: 2118–2135.

Carrión, J.S., Fuentes, N., González-Sampériz, P. *et al.* 2007. Holocene environmental change in a montane region of southern Europe with a long history of human settlement. *Quaternary Science Reviews* 26: 1455–1475.

Carrión, J.S. y Leroy, S. 2010. Iberian floras through time: land of diversity and survival. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 227–230.

Carrión, J.S. y Munuera, M. 1997. Upper Pleistocene palaeoenvironmental change in eastern Spain: new pollen analytical data from Cova Beneito (Alicante). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 128: 287–299.

Carrión, J.S., Munuera, M. y Dupré, M. 1995b. Estudios de palinología arqueológica en el sureste ibérico semiárido. *Cuaternario y Geomorfología* 9: 17–31.

Carrión, J.S., Munuera, M. y Navarro, C. 1998. Paleoenvironmental reconstructions of cave sediments on the basis of palynology: an example from Carihuela Cave (Granada, Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 99: 317–340.

Carrión, J.S., Munuera, M., Navarro, C., Burjachs, F., Dupré, M. y Walker, M.J. 1999. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews* 18: 1061–1073.

Carrión, J.S., Sánchez-Gómez, P., Mota, J.F., Yll, El. y Chain, C. 2003. Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gádor, southern Spain. *The Holocene* 13: 839–849.

Carrión, J.S. y van Geel, B. 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology* 106: 209–236.

Carrión, J.S., Yll, El., Willis, K.J. y Sánchez-Gómez, P. 2004. Holocene forest history of the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, Southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 132: 219–236.

Carrión-Marco, Y. 2005. La vegetación mediterránea y atlántica de la península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas. *Trabajos Varios de S.I.P. (Servicio de Investigación Prehistórica)* 104, 314 p.

Carrión-Marco, Y., Kaal, J., López-Sáez, J.A., López-Merino, L. y Martínez-Cortizas, A. 2010. Holocene vegetation change in NW Spain revealed by anthracological and palynological records from a colluvial soil. *The Holocene* 20: 53–66.

Casas-Gallego, M., Lassaletta, L., Barrón, E., Bruch, A.A. y Montoya, P. 2015. Vegetation and climate in the eastern Iberian Peninsula during the pre-evaporitic Messinian (late Miocene), Palynological data from the Upper Turolian of Venta del Moro (Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 215: 85–99.

Combourieu Nebout, N., Peyron, O., Dormoy, I. *et al.* 2009. Rapid climatic variability in the west Mediterranean during the last 25000 years from high resolution pollen data. *Climate of the Past* 5: 503–521.

Combourieu-Nebout, N., Turon, J.L., Zahn, R., Capotondi, L., Londeix, L. y Pahnke, K. 2002. Enhanced aridity and atmospheric high-pressure stability over the western Mediterranean during the North Atlantic cold events of the past 50 ky. *Geology* 30: 863–866.

Cortés-Sánchez, M., Morales-Muñiz, A., Simón-Vallejo, M.D. *et al.* 2008. Paleoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews* 27: 2176–2193.

Daura, J., Sanz, M., García, N., Allué, E. y Zilhão, J. 2013. Terrasses de la Riera dels Canyars (Gavà, Barcelona): the landscape of Heinrich Stadial 4 north of the "Ebro frontier" and implications for modern human dispersal into Iberia. *Quaternary Science Reviews* 60: 26–48.

Desprat, S., Díaz-Fernández, P.M., Coulon, T. *et al.* 2015. *Pinus nigra* (European black pine) as the dominant species of the last glacial pinewoods in south-western to central Iberia: a morphological study of modern and fossil pollen. *Journal of Biogeography* 42: 1998–2009.

Desprat, S., Sánchez-Goñi, M.F., McManus, J., Duprat, J. y Cortijo, E. 2009. Millennial-scale climatic variability between 340.000 and 270.000 years ago in SW Europe: evidence from a NW Iberian margin pollen sequence. *Climate of the Past* 5: 53–72.

Desprat, S., Sánchez-Goñi, M.F., Naughton, F. *et al.* 2007. Climate variability of the last five isotopic interglacials: Direct land-sea-ice correlation from the multiproxy analysis of North-Western Iberian margin deep-sea cores. En: F. Sirocko, M. Claussen, M.F. Sánchez-Goñi, y T. Litt (Eds.), *The Climate of Past Interglacials. Developments in Quaternary Science* 7. Elsevier, p. 375–386.

Díez, A., Bateman, M.D., López-Sáez, J.A. y Vegas, J. 2002. Procesos eólicos tardiglaciares en la Submeseta septentrional: cronología del manto arenoso de la Tierra de Pinares. En: A. Pérez, J. Vegas, y M.J. Machado (Eds.), *Aportaciones a la geomorfología de España en el inicio del Tercer Milenio.* IGME-S.E.G., Madrid, p. 167–175.

Dorado-Valiño, M. 1993. [*Evolución de la vegetación durante el Holoceno en el Valle de Amblés (Avila).* Estudio palinológico. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá, Madrid, 212 p. Inédita.].

Dorado-Valiño, M., Valdeolmillos Rodríguez, A. y Ruiz Zapata, M.B. 2001. Actividad humana y dinámica de la vegetación en la Sierra de Ávila (Sistema Central Español) desde el Bronce Medio. *Polen* 11: 39–49.

Dorado-Valiño, M., Valdeomillos-Rodríguez, A., Ruiz-Zapata, M.B., Gil-García, M.J. y Bustamante, I. 2002. Climatic changes since the Lateglacial/Holoceno transition in the Mancha plain (South Central Iberian Peninsula, Spain) and their evidence in Las Tablas Daimiel marshlands. *Quaternary International* 93–94: 73–84.

Dupré, M. 1988. *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias. Servicio de Investigación Prehistórica, Serie de Trabajos Varios* 84: 190 p.

Dupré, M., Carrión, M., Fumanal, M.P., La Roca, N., Martínez, J. y Usera, J. 1998. Evolution and palaeoenvironmental conditions of an interfan area in eastern Spain (Navarrés, Valencia). *Il Quaternario* 11: 95–105.

Dupré, M. y Renault-Miskovsky, J. 1990. El hombre y su impacto en las zonas bajas mediterráneas. Datos palinológicos de sedimentos arqueológicos holocenos. *Archivo de Prehistoria Levantina* 20: 133–141.

Elhaï, H. 1966. Deux gisements du Quaternaire Moyen. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* 1: 69–78.

Fauquette, S., Guiot, J. y Suc, J.P. 1998. A method for climatic reconstruction of the Mediterranean Pliocene using pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 144: 183–201.

Feddi, N., Fauquette, S. y Suc, J.P. 2011. Plio–pleistocene history of plant ecosystems in the southwestern Mediterranean region: Contribution of pollen analysis of two boreholes from the Alboran Sea. *Geobios* 44: 57–69.

Fletcher, W.J. y Sánchez-Goñi, M.F. 2008. Orbital- and sub-orbital-scale climate impacts on vegetation of the western Mediterranean basin over the last 48,000 yr. *Quaternary Research* 70: 451–464.

Fletcher, W.J., Boski, T. y Moura, D. 2007. Palynological evidence for environmental and climatic change in the lower Guadiana valley, Portugal, during the last 13000 years. *The Holocene* 17: 481–494.

Florschütz, F., Menéndez-Amor, J. y Wijmstra, T. 1971. Palynology of a thick Quaternary succession in S. Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 10: 233–264.

Fombella-Blanco, M.A., Andrade Olalla, A., Puente García, E. *et al.* 2001. Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación en la turbera del Puerto de San Isidro (León, España). En: M.A. Fombella Blanco, M.D. Fenández González, y R.M. Valencia Barrera (Coords.), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones: trabajos del XII Simposio de Palinología (APLE)* (León). Universidad de León, Servicio de Publicaciones, León, p. 79–86.

Franco-Múgica, F. 1995. [*Estudio palinológico de turberas holocenas en el Sistema Central: reconstrucción paisajística y acción antrópica*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 392 p. Inédita.].

Franco-Múgica, F. y García-Antón, M. 1994. Análisis polínico de una turbera en Rascafría (Madrid). En: I. de la Serna (Ed.), *Polen y esporas: contribución a su conocimiento. Serie informes* 35: 361–369.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M., Génova-Fuster, M., Maldonado-Ruiz, J., Morla, C. y Sánchez-Hernando, L.J. 1996. El pinar de Lillo: una interpretación basada en datos paleobotánicos. *Medioambiente* 5: 4–9.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M., Maldonado Ruiz, J., Morla, C. y Sainz-Ollero, H. 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene* 11: 343–358.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M., Maldonado Ruiz, J., Morla, C., Sainz-Ollero, H. 2005. Ancient pine forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research* 63: 1–14.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M. y Sainz-Ollero, H. 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos: Navarredonda (Avila, España). *Revue de Paléobiologie* 16: 29–45.

Franco-Múgica, F., García-Antón, M. y Sainz-Ollero, H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama,

Central System, Spain. *The Holocene* 8: 69–82.

Fuentes, N., Carrión, J.S., Fernández, S., Nocete, F., Lizcano, R. y Pérez Bareas, C. 2007. Análisis polínico de los yacimientos arqueológicos Cerro del Alcázar de Baeza y Eras del Alcázar de Úbeda (Jaén). *Anales de Biología* 29: 85–93.

García-Antón, M. 1989. [*Estudio palinológico de los yacimientos mesopleistocenos de Atapuerca (Burgos): reconstrucción paisajística y paleoclimática.* Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 212 p. Inédita.].

García-Antón, M., Franco, F., Maldonado, J. y Morla, C. 1997. New data concerning the evolution of the vegetation in Lillo pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography* 24: 929–934.

García-Antón, M., Franco, F., Maldonado, J., Morla, C. y Sainz-Ollero, H. 1995. Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52: 187–195.

García-Antón, M., Gil-Romera, G., Pagés, J.L. y Alonso Millán, A. 2006. The Holocene pollen record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, North Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 237: 280–292.

García-Antón, M., Morla, C., Ruiz-Zapata, B. y Sainz-Ollero, H. 1986. Contribución al conocimiento del paisaje vegetal holoceno en la Submeseta Sur Ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). En: F. López-Vera (Ed.), *Quaternary climate in western Mediterranean*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, p. 189–203.

García-Antón, M., Ruiz-Zapata, M.B. y Ugarte, F.M. 1989. Análisis geomorfológico y palinológico de la turbera de Saldropo (Barazar, Zeanuri/Bizkaia). *Lurralde* 12: 25–44.

García-Antón, M. y Sainz-Ollero, H. 1991. Pollen records from the Middle Pleistocene Atapuerca site (Burgos, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 85: 199–206.

García-Martínez, M.S. 2009. [*Recursos forestales en un medio semiárido. Nuevos datos antracológicos para la Región de Murcia desde la Edad del Bronce hasta época medieval.* Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 678 p. Inédita.].

García-Puchol, O., Cotino, F., Miret, C. *et al.* 2010. Cavidades de uso funerario durante el Neolítico final/Calcolítico en el territorio valenciano: trabajos arqueológicos en Avenc dels Dos Forats o Cova del Monedero (Carcaixent, Valencia). *Archivo de Prehistoria Levantina* 28: 139–206.

García-Rovés, E. 2007. [*Dinámica de la Paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglaciar y Holoceno en secuencias sedimentarias de la provincia de León.* Tesis Doctoral. Universidad de León, 247 p. Inédita.].

García-Ruiz, J.M., Sanjuan, Y., Gil-Romera, G. *et al.* 2016. Mid and late Holocene forest fires and deforestation in the subalpine belt of the Iberian range, northern Spain. *Journal of Mountain Science* 13: 1760–1772.

Génova, M., Gómez-Manzaneque, F., Martínez-García, F. y Postigo-Mijarra, J.M. 2016. Early Holocene vegetation in the Ayllón Massif (Central System Range, Spain) base on macroremains. A paleoecological approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 441: 811–822.

Geurts, M.A. 1979. Approche palynostratigraphique des dépôts calcareux quaternaires dans la région de Banyoles-Besalú (Catalogne). En: R. Julià, M.A. Marqués, A. Mir, D. Serrat y F. Gallart (Eds.), *6° Reunión del Grupo de trabajo del Cuaternario* (Barcelona), *Actas:* 106–116.

Gil-García, M.J. 1992. [*Dinámica de la paleovegetación en el sector oriental del Sistema Central español durante el Holoceno, en base al análisis polínico. Implicaciones climáticas.* Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, 211 p. Inédita.].

Gil-García, M.J., Dorado-Valiño, M., Valdeolmillos-Rodríguez, A. y Ruiz-Zapata, M.B. 2002. Late-glacial and Holocene paleoclimatic record from Sierra de Cebollera (northern Iberian range, Spain). *Quaternary International* 93–94: 13–18.

Gil-Romera, G., González-Sampériz, P., Lasheras-Álvarez, L. *et al.* 2014. Biomass-modulated fire dynamics during the Last Glacial-Interglacial Transition at the Central Pyrenees (Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 402: 113–124.

Gil-Romera, G., Quick, L.J., Meadows, M.E. *et al.* 2016. Towards a multidisciplinary approach to long-term ecology of climate-plant-fire interactions across the Mediterranean Biome. *Quaternary International* 404: 212.

Gómez-Orellana, L., Ramil-Rego, P. y Muñoz-Sobrino, C. 1998. Una nueva secuencia polínica y cronológica para el depósito pleistoceno de Mougás (NW de la Península Ibérica). *Revue de Paléobiologie* 17: 35–47.

Gómez-Orellana, L., Ramil-Rego, P. y Muñoz-Sobrino, C. 2007. The Würm in NW Iberia, a pollen record from Area Longa (Galicia). *Quaternary Research* 67: 438–452.

Gómez-Orellana, L., Ramil-Rego, P., Muñoz-Sobrino, C. y Rodríguez-Guitián, M. 2001. Análisis polínico y cronológico de los depósitos pleistocenos de Moucide (Cangas de Foz, Lugo) y Río Boó (Muras, Lugo). En: M.A. Fombella-Blanco, D. Fernández González, y R.M. Valencia Barrera (Eds.), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones.* Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León, p. 153–160.

González-Sampériz, P. 1998. Estudio palinológico de la Cueva de En Pardo (Planes, Alicante). Primeros resultados. *Cuaternario y Geomorfología* 12: 45–61.

González-Sampériz, P., Aranbarri, J., Pérez-Sanz, A. *et al.* 2017. Environmental and climate change in the southern Central Pyrenees since the Last Glacial Maximum: A view from the lake records. *Catena* 149: 668–688.

González-Sampériz, P., Leroy, S., Carrión, J.S., García-Antón, M., Gil-García, M.J. y Figueiral, I. 2010. Steppes, savannahs and botanic gardens during the Pleistocene. *Review of Palaeobotany and Palynology Special* 162: 427–457.

González-Sampériz, P., Valero-Garcés, B.L., Moreno, A. *et al.* 2006. Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence. *Quaternary Research* 66: 38–52.

González-Sampériz, P., Valero-Garcés, B.L., Moreno, A. *et al.* 2008. Vegetation changes and hydrological fluctuations in the Central Ebro Basin (NE Spain) since the Late Glacial period: Saline lake records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259: 157–181.

Hernández, L., Rubiales, J.M., Morales-Molino, C., Romero, F., Sanz, C. y Gómez-Manzaneque, F. 2011. Reconstructing forest history from archaeological data: a case study in the Duero basin assessing the origin of controversial forests and the loss of tree

populationsof great biogeographical interest. *Forest Ecology and Management* 261: 1178–1187.

Hooghiemstra, H., Stalling, H., Agwu, C.O.C. y Dupont, L.M. 1992. Vegetational and climatic changes at the northern fringe of the Sahara 250,000–5,000 years BP: evidence from 4 marine pollen records located between Portugal and the Canary Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 74: 1–53.

Iriarte-Chiapusso, M.J., Gómez-Orellana, L., Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P. y Arrizabalaga, A. 2005. La dinámica de la vegetación en el NW peninsular durante la transición del Paleolítico Medio al Paleolítico Superior. *Monografías del Museo de Altamira* 20: 231–253.

Iriarte-Chiapusso, M.J., Muñoz-Sobrino, C., Gómez-Orellana, L. *et al.* 2016. Reviewing the Lateglacial-Holocene transition in NW Iberia: A palaeoecological approach based on the comparison between dissimilar regions. *Quaternary International* 403: 211–236.

Jalut, G., Delibrias, G., Dagnac, J., Mardones, M. y Bouhours, M. 1982. A palaeoecological approach to the last 21,000 years in the Pyrenees: the peat bog of Freychinede (Alt. 1350 m., Ariege, South France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 40: 321–359.

Janssen, C.R. 1994. Palynological indications for the extent of the impact of man during Roman times in the western part of the Iberian Peninsula. Evaluation of land surfaces cleared from forests in the Mediterranean region during the time of the Roman empire. En: B. Frenzel (Ed.), *Palaeoclimate Research 10.* Gustav Fischer, Stuttgart, p. 15–22.

Janssen, C.R. y Woldringh, R.E. 1981. A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra* 16: 299–309.

Jiménez-Moreno, G. y Anderson, R.S. 2012. Holocene vegetation and climate change recorded in alpine bog sediments from the Borreguiles de la Virgen, Sierra Nevada, southern Spain. *Quaternary Research* 77: 44–53.

Jiménez-Moreno, G., Fauquette, S. y Suc, J.P. 2010. Miocene to Pliocene vegetation reconstruction and climate estimates in the Iberian Peninsula from pollen data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 403–415.

Julià, R. y Suc, J.P. 1980. Analyse pollinique des dépôts lacustres du Pléistocene Inférieur de Banyoles (Bañolas, site de la Bòbila Ordis- Espagne): un élément nouveau dans la rcconstitution de l'histoire paléoclimatique des régions méditerranéennes d'Europe Occidentale. *Géobios* 13: 5–19.

Leunda, M., González-Sampériz, P., Gil-Romera, G. *et al.* 2017. The Late-Glacial and Holocene Marboré Lake sequence (2612m a.s.l., Central Pyrenees, Spain): Testing high altitude sites sensitivity to millennial scale vegetation and climate variability. *Global and Planetary Change* 157: 214–231.

Lézine, A.M. y Denèfle, M. 1997. Enhanced anticyclonic circulation in the eastern North Atlantic during cold intervals of the last deglaciation inferred from deep-sea pollen records. *Geology* 25: 119–122.

López, P. 1978. Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 35: 29–38.

López, P. y López-Sáez, J.A. 1994. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación de Huesca: análisis palinológico del yacimiento de la Cueva del Moro (Huesca). *Boletín Geológico y Minero* 105: 427–435.

López-García, P. 1977. Análisis polínico de Verdelpino (Cuenca). *Trabajos de Pre- historia* 34: 82–84.

López-Merino, L. 2009. [P*aleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, p. 274. Inédita.].

López-Merino, L. y López-Sáez, J.A. 2015. Dinámica glacial y postglacial de *Fagus* en la Península Ibérica. En: J.S. Carrión (Coord.), *Cinco millones de años de cambio florístico y vegetal en la Península Ibérica e Islas Baleares*. Ministerio de Economía y Competitividad, Madrid. Universidad de Murcia y Fundación Séneca, Murcia, p. 538–540.

López-Merino, L., López-Sáez, J.A., Alba Sánchez, F., Pérez Díaz, S., Abel Schaad, D. y Guerra Doce, E. 2009. Estudio polínico de una laguna endorreica en Almenara de Adaja (Valladolid, Meseta Norte): cambios ambientales y actividad humana durante los últimos 2800 años. *Revista Española de Micropaleontología* 41: 333–348.

López-Merino, L., Silva Sánchez, N., Kaal, J., López-Sáez, J.A. y Martínez Cortizas, A. 2012. Post-disturbance vegetation dynamics during the Late Pleistocene and the Holocene: An example from NW Iberia. *Global and Planetary Change* 92–93: 58–70.

López-Sáez, J.A., Blanco González, A., López-Merino, L. *et al.* 2009. Landscape and climatic changes during the end of the Late Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, central Spain), from 1200 to 400 cal BC. *Quaternary International* 200: 90–101.

López-Sáez, J.A. y López-García, P. 2005. Análisis palinológicos en el dolmen de Azután (Toledo): una aproximación a los inicios de la agricultura y la ganadería en la Meseta Sur. En: P. Bueno Ramírez, R. de Balbín Behrmann, y R. Barroso Bermejo (Eds.), *El dolmen de Azután (Toledo), Áreas de habitación y áreas funerarias en la cuenca interior del Tajo.* Universidad de Alcalá de Henares y Diputación de Toledo, Alcalá de Henares, p. 225–234.

López-Sáez, J.A., López-García, P. y Cortés Sánchez, M. 2007. Paleovegetación del Cuaternario reciente: Estudio arqueopalinológico. En: M. Cortés Sánchez (Ed.), *Cueva Bajondillo (Torremolinos). Secuencia cronocultural y paleoambiental del Cuaternario reciente en la Bahía de Málaga.* Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga, Junta de Andalucía, Universidad de Málaga, Fundación Cueva de Nerja y Fundación Obra Social de Unicaja, Málaga, p. 139–156.

López-Sáez, J.A., López-Merino y L., Pérez-Díaz, S. 2008. Los vettones y sus paisajes: paleoambiente y paleoeconomía de los castros de Ávila. En: J. Álvarez-Sanchís (Ed.), *Arqueología Vettona. La Meseta Occidental en la Edad de Hierro. Zona Arqueológica 12*. Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, Madrid, p. 140–152.

López-Sáez, J.A., Macías Rosado, R. y López-García, P. 2003b. Apéndice 4. Informe palinológico. En: E. Lima Oliveira (Ed.), *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 18: excavación arqueológica en el yacimiento de As Pontes (Abadín, Lugo).* Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe, Instituto de Investigacións Tecnolóxicas. Traballos de Arqueoloxía e Patrimonio 32, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, p. 55–59.

López-Sáez, J.A., Parcero Oubiña, C., Lima Oliveira, E. *et al.* 2003a.

Paleopaisajes concretos: polen, suelos y arqueología del yacimiento de As Pontes (Abadín, Lugo). *Trabajos de Prehistoria* 60: 139–151.

Magri, D., di Rita, F., Aranbarri, J., Fletcher, W. y González-Sampériz, P. 2017. Quaternary disappearance of tree taxa from Southern Europe: timing and tends. *Quaternary Science Review* 163: 23–55.

Magri, D., Vendramin, G.G., Comps, B. *et al.* 2006. A newscenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidenceand genetic consequences. *New Phytologist* 171: 199–221.

Manzano, S., Carrión, J.S., López-Merino, L. *et al.* 2018. Early to Mid–Holocene spatiotemporal vegetation change and tsunami impact in a paradigmatic coastal transitional system (Doñana National Park, Southwestern Europe). *Global and Planetary Change* 161: 66–81.

Mateus, J.E. 1985. The coastal lagoon region near Carvalhal during the Holocene; some geomorphological aspects derived from a palaeoecological study at Lagoa Travessa. *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico* 2: 237–249.

Mateus, J.E. 1989. Lagoa Travessa: a Holocene pollen diagram from the south-west coast of Portugal. *Revista de Biologia* 14: 17–94.

Mighall, T.M., Martínez Cortizas, A., Biester, H. y Turner, S.E. 2006. Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: Pollen and non- pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North WesternIberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141: 203–223.

Miras, Y., Ejarque, A., Riera, S., Palet, J.M., Orengo, H. y Euba, I. 2007. Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m, Vall del Madriu, Andorre). Comptes Rendus de l'Académie des Science Paris. *Palévol* 6: 291–300.

Montserrat-Martí, J.M. 1992. [*Evolución glaciar y postglaciar del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico.* Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona, 147 p. Inédita.].

Morales-Molino, C., Colombaroli, D., Tinner, W. *et al.* 2018. Vegetation and fire dynamics during the last 4000 years in the Cabañeros National Park (central Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 253: 110–122.

Morales-Molino, C., Colombaroli, D., Valbuena-Carabaña, M. *et al.* 2017b. Land-use history as a major driver for long-term forest dynamics in the Sierra de Guadarrama National Park (central Spain) during the last millennia: implications for forest conservation and management. *Global and Planetary Change* 152: 64–75.

Morales-Molino, C. y García-Antón, M. 2014. Vegetation and fire history since the last glacial maximum in an inland area of the western Mediterranean Basin (Northern Iberian Plateau, NW Spain). *Quaternary Research* 81: 63–77.

Morales-Molino, C., García-Antón, M. y Morla, C. 2011. Late Holocene vegetation dynamics on an Atlantic-Mediterranean mountain in NW Iberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 302: 323–337.

Morales-Molino, C., García-Antón, M., Postigo-Mijarra, J.M. y Morla, C. 2013. Holocene vegetation, fire and climate interactions on the westernmost fringe of the Mediterranean Basin. *Quaternary Science Reviews* 59: 5–17.

Morales-Molino, C., Tinner, W., García-Antón, M. y Colombaroli, D. 2017a. The historical demise of *Pinus nigra* forests in the Northern Iberian Plateau (south-western Europe). *Journal of Ecology* 105: 634–646.

Morellón, M., Aranbarri, J., Moreno, A., González-Sampériz, P. y Valero-Garcés, B.L. 2018. Early Holocene humidity patterns in the Iberian Peninsula reconstructed from lake, pollen and speleothem records. *Quaternary Science Reviews* 181: 1–18.

Morellón, M., Valero-Garces, B.L., Moreno, A. *et al.* 2008. Holocene palaeohydrology and climate variability in Northeastern Spain: The sedimentary record of Lake Estanya (Pre-Pyrenean range). *Quaternary International* 181: 15–31.

Morellón, M., Valero-Garcés, B.L., Vegas, T. *et al.* 2009. Late glacial and Holocene palaeohydrology in the western Mediterranean region: the Lake Estanya record (NE Spain). *Quaternary Science Reviews* 28: 2582–2599.

Munuera, M. y Carrión, J.S. 1991. Palinología de un depósito arqueológico en el sureste ibérico semiárido: Cueva del Algarrobo (Mazarrón, Murcia). *Cuaternario y Geomorfología* 5: 107–118.

Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P., Delibes de Castro, G. y Rojo Guerra, M. 1996. Datos paleobotánicos sobre la turbera de La Piedra (Paramo de Tozo, Burgos). En: P. Ramil-Rego, C. Fernández Rodríguez, y M. Rodríguez-Guitián (Coords.), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica.* Consellería de Cultura de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, p. 149–163.

Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P. y Gómez-Orellana, L. 2004. Vegetation of the Lago de Sanabria area (NW Iberia) since the end of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany* 13: 1–22.

Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P., Gómez-Orellana, L. y Díaz Varela, R. 2005. Palynological data on major Holocene climatic events in NW Iberia. *Boreas* 34: 381–400.

Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P. y Rodríguez-Guitián, M.A. 1997. Upland vegetation in the north-west Iberian Peninsula after the last glaciation: forest history and de- forestation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany* 6: 215–233.

Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P. y Rodríguez-Guitián, M.A. 2001. Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History and Archaeobotany* 10: 7–21.

Navarro, C., Carrión, J.S., Prieto, A.R. y Munuera, M. 2002. Modern cave pollen and its application to describe the palaeorecords in an arid environment. *Complutum* 13: 7–18.

Olaria, C., Estévez, J. e Yll, E.I. 1982. Domesticación y paleoambiente de la Cova Fosca (Castellón). Le Néolithique Ancien Méditerranéen. *Archéologie en Languedoc, nº especial, Montpellier*, p. 107–120.

Pantaleón-Cano, J. 1997. [*Estudi palinològic de sediments litorals de la provincia d'Almería. Transformacions del paisatge vegetal dins un territori semiàrid.*Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 188 p. Inédita.].

Pantaleón-Cano, J., Yll, E.I., Pérez-Obiol, R. y Roure, J.M. 2003. Palynological evidence for vegetational history in semi-arid areas of

the western Mediterranean (Almería, Spain). *The Holocene* 13: 109–119.

Parra, I. 1994. [*Quantification des précipitations à partir des spectres polliniques actuels et fossiles: du Tardiglaciaire à l'Holocène Supérieur de la côte méditerranéene espagnole*. Tesis doctoral, Universidad de Montpellier, Montpellier, 217 p. Inédita.].

Parra, I., van Campo, E. y Otto, T. 2005. Análisis palinológico y radiométrico del sondeo sobrestany. Nueve milenios de historia natural e impactos humanos sobre la vegetación del Alt Empordà. *Empúries* 54: 33–44.

Pausas, J.G. 1997. Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science* 8: 703–706.

Peñalba, M.C. 1989. [*Dynamique de végétation tardiglaciaire et holocène du Centre-Nord de l'Espagne d'aprés l'analyse pollinique*. Tesis doctoral, Universidad Aix-Marseille III, Marseille, 165 p. Inédita.].

Peñalba, M.C. 1994. The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology* 82: 815–832.

Peñalba, M.C., Arnold, M., Guiot, J., Duplessy, J.C. y de Beaulieu, J.L. 1997. Termination of the last glaciation in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research* 48: 205–214.

Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J.A., Núñez de la Fuente, S. y Ruiz-Alonso, M. 2018. Early farmers, megalithic builders and the shaping of the cultural landscapes during the Holocene in Northern Iberian mountains. A palaeoenvironmental perspective. *Journal of Archaeological Science* 18: 463–474.

Pérez-Obiol, R. y Julià, R. 1994. Climatic change on the Iberian Peninsula recorded in a 30,000-yr pollen record from Lake Banyoles. *Quaternary Research* 41: 91–98.

Pérez-Sanz, A., González-Sampériz, P., Moreno, A. *et al.* 2013. Holocene climate variability, vegetation dynamics and fire regime in the central Pyrenees: the Basa de la Mora sequence (NE Spain). *Quaternary Science Reviews* 73: 149–169.

Planchais, N. y Parra, I. 1984. Analyses polliniques de sédiments lagunaires et côtiers en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellon (Espagne); bioclimatologie. *Bulletin Societé botanique française* 131: 97–105.

Pons, A. y Reille, M. 1988. The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain). A new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 145–214.

Postigo-Mijarra, J.M., Génova, M., Gómez-Manzanaque, F., Martínez-García, F. y Perucha, M.A. 2017. Occurrence of continuous Holocene pinewoods (*Pinus sylvestris* L.) in the Eastern Central System (Spain) inferred from macroremains. New data from the Sandria site. *Review of Palaeobotany and Palynology* 246: 70–84.

Postigo-Mijarra, J.M., Gómez Manzaneque, F., Morla, C. y Zazo, C. 2010b. Palaeoecological significance of Late Pleistocene pine macrofossils in the Lower Guadalquivir Basin (Doñana natural park, southwestern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 295: 332–343.

Postigo-Mijarra, J.M., Morla, C., Barrón, E., Morales-Molino, C. y García, S. 2010a. Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 416–426.

Queiroz, P.F. 1989. A preliminary palaeoecological study at Estacada (Lagoa de Albufeira). *Revista de Biología* 14: 3–16.

Ramil-Rego, P., Aira Rodríguez, M.J. y Taboada Castro, M.T. 1994. Análisis polínico y sedimentológico de dos turberas en las sierras septentrionales de Galicia (NO de España). *Revue de Paléobiologie* 13: 9–28.

Ramil-Rego, P. y Gómez-Orellana, L. 2002. Nuevos planteamientos para la periodización climática de los territorios Cántabro-Atlánticos de la península Ibérica durante el Pleistoceno Superior. *15º Congreso de Estudios Vascos, Ciencia y Cultura vasca y redes telemáticas* (Donostia), *Actas*: 69–91.

Ramil-Rego, P., Muñoz-Sobrino, C., Rodríguez-Guitián, M. y Gómez-Orellana, L. 1998a. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16,000 years. *Plant Ecology* 138: 41–62.

Ramil-Rego, P., Rodríguez-Guitián, M. y Muñoz-Sobrino, C. 1998b. Sclerophyllous vegetation dynamics in the north of the Iberian Peninsula during the last 16,000 years. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 335–351.

Ramos-Román, M.J., Jiménez-Moreno, G., Camuera, J. *et al.* 2018. Holocene climate aridification trend and human impact interrupted by millennial- and centennial-scale climate fluctuations from a new sedimentary record from Padul (Sierra Nevada, southern Iberian Peninsula). *Climate of the Past* 14: 117–137.

Reed, J.M., Stevenson, A.C. y Juggins, S. 2001. A multiproxy record of Holocene climatic change in southwestern Spain: the Laguna de Medina, Cádiz. *The Holocene* 16: 707–719.

Reille, M., Andrieu, V. y de Beaulieu, J.L. 1996. Les grands traits de l'histoire de la végétation des montagnes méditerranéennes occidentales. *Ecologie* 27: 153–169.

Riera, S. 1993. Changements de la composition forestiere dans la plaine de Barcelone pendant l'Holocene (littoral mediterranéen de la Peninsule Iberique). *Palynosciences* 2: 133–146.

Riera, S. y Esteban, A. 1997. Rélations homme-milieu végétal pendant les cinq dernièrs millenaires dans la Plaine du Penedès (Nord-est de la Péninsule Ibérique). *Vie et Milieu* 47: 53–68.

Riera, S., López-Sáez, J.A. y Julià, R. 2006. Lake responses to historical land use changes in northern Spain: The contribution of non-pollen palynomorphs in a multiproxy study. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141: 127–137.

Riera, S. y Palet, J.M. 2005. Aportaciones de la Palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje. En: S. Riera y R. Julià (Eds.), *Transdisciplinary approach to a 8,000 yr history of land uses. I Workshop of Catalan Network for the Study of Cultural Landscapes and Environmental History*. Serie Monografías del SERP 5, Barcelona, p. 55–74.

Riera, S. y Palet, J.M. 2008. Una aproximación transdisciplinar a la historia del paisaje mediterráneo: la evolución de los sistemas de terrazas con muros de piedra seca en la sierra de Marina (Badalona, Llano de Barcelona). En: R. Garrabou y J.M. Naredo (Eds.), *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo.* Monografía de Historia rural 6, Sociedad Española de Historia Agraria, Prensas universitarias de Zaragoza, p. 47–90.

Riera, S., Wansard, G. y Julià, R. 2004. 2000-year environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya Lakes (Spain). *Catena* 55: 293–324.

Rodríguez, J., Allué, E., Burjachs, F. *et al.* 2011. One million years of environmental changes and cultural evolution at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews* 30: 1396–1412.

Roucoux, K.H., de Abreu, L., Shackleton, N.J. y Tzedakis, P.C. 2005. The response of NW Iberian vegetation to North Atlantic climate oscillations during the last 65 kyr. *Quaternary Science Reviews* 24: 1637–1653.

Roucoux, K.H., Shackleton, N.J., de Abreu, L., Schönfeld, J. y Tzedakis, P.C. 2001. Combined marine proxy and pollen analyses reveal rapid Iberian vegetation re- sponse to North Atlantic millennial-scale climate oscillations. *Quaternary Research* 56: 128–132.

Rubiales, J.M., García-Amorena, I., García-Álvarez, S. y Gómez-Manzaneque, F. 2008. The Late Holocene extinction of *Pinus sylvestris* in the western Cantabrian Range (Spain). *Journal of Biogeography* 35: 1840–1850.

Rubiales, J.M. y Génova, M. 2015. Late Holocene pinewoods persistence in the Gredos Mountains (central Spain) inferred from extensive megafossil evidence. *Quaternary Research* 84: 12–20.

Rubiales, J.M., Hernández, L., Romero, F. y Sanz, C. 2011b. The use of forest resources in central Iberia during the Late Iron Age. Insights from the wood charcoal analysis of Pintia, a Vaccaean oppidum. *Journal of Archaeological Science* 38: 1–10.

Rubiales, J.M., Morales-Molino, C., García Álvarez, S. y García Antón, M. 2011a. Negative responses of highland pines to anthropogenic activities in inland Spain: a palaeoecological perspective. *Vegetation History and Archaeobotany* 21: 397–412.

Ruddiman, W.F. y McIntyre, A. 1981. The North Atlantic during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 145–214.

Ruiz-Zapata, M.B., Gil-García, M.J., Dorado-Valiño, M. y Valdeolmillos Rodríguez, A. 2005. El paisaje vegetal durante el Pleistoceno medio en el interior de la península. Zona arqueológica: yacimientos paleolíticos de Ambrona y Torralba (Soria). *Un siglo de investigaciones arqueológicas* 5: 214–221.

Ruiz-Zapata, M.B., Gómez González, C., Gil-García, M.J. *et al.* 2008. Comparación de las secuencias polínicas del Holoceno reciente del yacimiento arqueopaleontológico de El Calvero de la Higuera (Pinilla del Valle, Madrid) y de la turbera de Rascafría (Madrid). *Geotemas* 10: 1484–1486.

Ruiz-Zapata, M.B., Pérez-González, A., Gil-García, M.J., Valdeolmillos Rodríguez, A. y Dorado-Valiño, M. 2002. La formación travertínica de Horna (Guadalajara). En: F. Carrasco, F. Durán, y B. Andreo (Eds.), *Análisis polínico e interpretación paleoclimática*. Karst and Environment, Nerja, p. 447–452.

Ruiz-Zapata, M.B., Pérez-González, A., Santonja, M., Gil-García, M.J., Dorado-Valiño, M. y Valdeolmillos Rodríguez, A. 2003. Vegetación Mesopleistocena del poljé de Conquezuela (Soria). *Polen* 13: 5–17.

Sánchez-Goñi, M.F., Desprat, S., Fletcher, W.J. *et al.* 2018. Pollen from the Deep-Sea: A Breakthrough in the Mystery of the Ice Ages. *Frontiers in Plant Science* 9: 38. Doi: 10.3389/fpls.2018.00038

Sánchez-Goñi, M.F. y Hannon, G. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene* 9: 39–57.

Sánchez-Goñi, M.F., Landais, A., Cacho, I., Duprat, J. y Rossignol, L., 2009. Contrasting intrainterstadial climatic evolution between high and middle North Atlantic latitudes: a close up of Greenland Interstadials 8 and 12. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 10. Doi:10.1029/2008GC002369

Sánchez-Goñi, M.F., Loutre, M.F., Crucifix, M. *et al.* 2005. Increasing vegetation and climate gradient in Western Europe over the Last Glacial Inceltion (122–110 ka): data-model comparison. *Earth and Planetary Science Letters* 231: 111–130.

Sanchís, K. 1994. Análisis polínico de la secuencia de Cova de Bolumini (Benimeli-Beniarbeig). *Cuaderno de Geografía* 56: 175–206.

Santos, L., Vidal Romaní, J.R. y Jalut, J. 2000. History of vegetation during the Holocene in the Courel and Queixa Sierras, Galicia, northwest Iberian Peninsula. *Journal of Quaternary Science* 15: 621–632.

Schneider, H., Höfer, D., Trog, C. y Mäusbacher, R. 2016. Holocene landscape development along the Portuguese Algarve coast-A high resolution palynological approach. *Quaternary International* 407: 47–63.

Shulte, L., Julià, R., Burjachs, F. y Hilgers, A. 2008. Middle Pleistocene to Holocene geochronology of the River Aguas terrace sequence (Iberian Peninsula): fluvial response to Mediterranean environmental change. *Geomorphology* 98: 13–33.

Stevenson, A.C. 1984. Studies on the vegetational history of S.W. Spain. III. Palynological investigations at El Asperillo, Huelva. *Journal of Biogeography* 11: 527–551.

Stevenson, A.C. 2000. The Holocene forest history of the Montes Universales, Teruel, Spain. *The Holocene* 10: 603–610.

Stevenson, A.C. y Harrison, R.J. 1992. Ancient forests in Spain: a model for land-use and dry forest management in south-west Spain from 4000 BC to 1900 AD. *Proceedings of the Prehistoric Society* 58: 227–247.

Stevenson, A.C., Macklin, M.G., Benavente, J.A., Navarro, C., Passmore D. y Davis, B.A. 1991. Cambios ambientales durante el Holoceno en el valle medio del Ebro: sus implicaciones arqueológicas. *Cuaternario y Geomorfología* 5: 149–164.

Stevenson, A.C. y Moore, P.D. 1988. Studies in the vegetational history of S.W. Spain. IV. Palynological investigations at El Acebrón, Huelva. *Journal of Biogeography* 15: 339–361.

Suc, J.P. 1980. [*Contribution a la connaissance du Pliocene et du Pleistocene Inferieur des régions méditerranéennes d'Europe occidentale par l'analyse palynologique des dépôts du Languedoc-Roussillon (Sud de la France) et de la Catalogne (Nord-Est de l'Espagne).* Tesis doctoral, Universidad de Montpellier, Montpellier, 198 p. Inédita.].

Suc, J.P. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307: 429–432.

Suc, J.P. y Cravatte, J. 1982. Etude palynologique du Pliocène de la Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). Apports à la connaissance de l'histoire climatique de la Méditerranée occidentale et implications chronostratigraphiques. *Paléobiologie Continentale* 13: 1–31.

Targarona, J. 1997. *Climatic and oceanographic evolution of the Mediterranean Region over the last Glacial-Interglacial transition. A palynological approach.* LPP Contribution Series, No.7. LPP Foundation, Utrecht, 155 p.

Turon, J.L., Lézine, A.M. y Denèfle, M. 2003. Land-sea correlations for the last glaciation inferred from a pollen and dinocyst record from the Portuguese margin. *Quaternary Research* 59: 88–96.

Uzquiano, P. 1992. The Lateglacial-Postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabria, Spain) based on charcoal analysis. *Palaios 7*: 540–547.

Uzquiano, P., Ruiz-Zapata, M.B., Gil-García, M.J., Fernández, S. y Carrión, J.S. 2016. Late Quaternary developments of Mediterranean oaks in the Atlantic domain of the Iberian Peninsula: The case of the Cantabrian region (N Spain). *Quaternary Science Reviews* 153: 63–77.

Valdeolmillos, A. 2004. [*Registro paleoclimático y paleoambiental de los últimos 350,000 años en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (Ciudad Real)*. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, 281 p. Inédita.].

Valle-Hernández, M.F., Rivas-Carballo, M.R., Lucini, M., Ortiz, J.E. y Torres, T. 2003. Interpretación paleoclimática y paleoecológica del tramo superior de la Turbera de Padul (Granada, España). *Polen* 13: 85–95.

Van Andel, T.H. y Tzedakis, P.C. 1996. Palaeolithic landscapes of Europe and environs, 150,000–25,000 years ago: an overview. *Quaternary Science Reviews* 15: 481–500.

van den Brink, L.M. y Janssen, C.R. 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 44: 193–215.

van der Knaap, W.O. y van Leeuwen, J.F.N. 1994. Holocene vegetation, human impact, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Dissertationes Botanicae* 234: 497–535.

van der Schriek, T., Passmore, D.G., Franco-Múgica, F., Stevenson, A.C., Boomer, I. y Rolão, J. 2008. Holocene palaeoecology and floodplain evolution of the Muge tributary, Lower Tagus Basin, Portugal. *Quaternary International* 189: 135–151.

Vázquez, R. y Ruiz-Zapata, B. 1992. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación durante los últimos 2000 años en la zona oriental de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español), a través del análisis polínico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biología* 88: 235–250.

Weijermars, R. 1988. Neogene tectonics in the western Mediterranean may have caused the Messinian salinity crisis and an associated glacial event. *Tectonophysics* 148: 211–219.

Yll, E.I. 1992. [*Estudi de l'evolució de la vegetació i el clima durant el Tardiglacial i el Postglacial a partir d'anàlisis pol.líniques del Delta de l'Ebre i de Menorca.* Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 212 p. Inédita.].

Yll, E.I. y Pérez-Obiol, R. 1992. Instalación de los bosques deducida a partir del análisis polínico de un sondeo marino del Delta del Ebro (Tarragona, España). *Orsis* 7: 21–30.

Yll, E.I., Zazo, C., Goy, J.L. *et al.* 2002. Quaternary palaeoenvironmental changes in South Spain. En: M.B. Ruiz-Zapata, M. Dorado, A. Valdeolmillos, M.J. Gil-García, T. Bardají, I. de Bustamante, y I. Martínez (Eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region.* International Union for Quaternary Research (INQUA), Madrid, p. 1–13.

Yll, E.I., Carrión, J.S., Pantaleón-Cano, J. *et al.* 2003. Palinología del Cuaternario reciente en la Laguna de Villena (Alicante). *Anales de Biología* 25: 65–72.

Zilhão, J., Ajas, A., Badal, E. *et al.* 2016. Cueva Antón: A multi-proxy MIS 3 to MIS 5a paleoenvironmental record for SE Iberia. *Quaternary Science Reviews* 146: 251–273.

Doi: 10.5710/PEAPA.26.04.2018.265

Recibido: 5 de marzo de 2018
Aceptado: 26 de abril de 2018